



FACULDADE DE ARQUITECTURA
UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

A ESTRUTURA ENQUANTO ELEMENTO DA LINGUAGEM ARQUITETÓNICA

André Correia Coimbra Mano

(Licenciado)

Dissertação para aprovação do Grau de Mestre em Arquitetura

Orientador Científico: Doutor António Cardoso

Co-orientador Científico: Doutora Isabel Rosa

Júri:

Presidente: Doutor Paulo Almeida

Arguente: Doutor Francisco Oliveira

Arguente: Doutor António Moraes

Lisboa, Março de 2013



FACULDADE DE ARQUITECTURA
UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

A ESTRUTURA ENQUANTO ELEMENTO DA LINGUAGEM ARQUITETÓNICA

André Correia Coimbra Mano

(Licenciado)

Dissertação para aprovação do Grau de Mestre em Arquitetura

Orientador Científico: Doutor António Cardoso

Co-orientador Científico: Doutora Isabel Rosa

Júri:

Presidente: Doutor Paulo Almeida

Arguente: Doutor Francisco Oliveira

Arguente: Doutor António Moraes

Lisboa, Março de 2013

Resumo

O presente trabalho tem por objetivo estudar a estrutura enquanto elemento da linguagem arquitetónica, tendo-se desenvolvido um caso de estudo de um edifício em altura, um hotel com cerca de 100 metros, localizado numa pedreira desativada em Sobral da Lagoa, no concelho de Óbidos.

O âmbito do estudo incluiu uma revisão dos conhecimentos que se iniciou na época pós Revolução Industrial e na dissociação entre engenheiros e arquitetos que se fazia sentir à época, e na procura por parte da arquitetura moderna, que emerge dessa época, de resolver os problemas colocados pelas novas cidades. Referem-se as principais inovações técnicas que permitiram a construção de edifícios em altura tendo permitido igualmente a arquitetos e engenheiros desenvolverem novos horizontes, novas linguagens, um novo sentido estético.

O ponto de partida conceptual para o desenvolvimento do edifício, foi dar continuidade a um local profundamente marcado pela atividade humana, em vez de o amenizar. Deste modo o edifício foi desenvolvido segundo uma geometria sólida, que sugere tensão, constituída por um pilar com a mesma altura do monte e duas vigas que a ele o agarram.

As principais soluções estruturais adotadas incluíram uma estrutura tipo pórtico em betão, para a construção dos pisos térreos, uma estrutura tipo tubo, também em betão, para a construção do pilar, e uma estrutura tipo tubo em aço, para a construção das duas vigas que unem o morro ao pilar.

O trabalho desenvolvido procurou o apelo à associação entre a arquitetura, a engenharia e as belas artes.

Palavras chave: Hotel; Pedreira; Óbidos; Sistemas Estruturais; Estrutura; Edifícios Altos

Abstract

The following work examines structures as part of architectural expression — designing for the purpose a tall building, a hotel 100 meters in height, located at Sobral da Lagoa, Óbidos, in a disused quarry.

This work includes a study that begins after the Industrial Revolution when architects and engineers took different paths and became two separate professions. Following the Industrial Revolution, modern architecture strove to solve the emerging problems in industrial cities, in turn itself being shaped by technical improvements generated by the Industrial Revolution. These enabled the construction of tall buildings and a search for new aesthetics and horizons by both architects and engineers.

The starting point for the design of the building was to incorporate the fact that it is located on a site profoundly modified by human activity — the quarry. Accordingly, the building's design adopted a solid geometry that suggests tension; a 100 m high column and two beams connecting the column to the hill beside it.

The structural solutions adopted for the construction of this building include a concrete porch-like structure for the lower floors, a concrete tube type of structure for the column and steel tubes to form the two beams that connect the hill to the column.

This work highlights the links between architecture, engineering and fine arts.

Key words: Hotel; Quarry; Óbidos; Structural Solutions; Structures; Tall Buildings

OBRIGADO Engº. António Cardoso e Arqª. Isabel Rosa, pelos contributos enquanto orientador científico e co-orientador científico, respetivamente, pois sem a partilha de conhecimentos e as horas passadas entre a FA-UTL e o LNEC , este trabalho não seria o que é.

OBRIGADO Pai e Mãe. Sem vocês nada disto seria de todo possível. Obrigado Família por me mostrarem o que eu penso ser, o caminho na direção da luz.

OBRIGADO aos meus amigos da UL, da FA-UTL, da USP, da vida, do dia-a-dia, da noite, que dispensam apresentações, pois eles sabem quem são.

Índice de matérias

Índice de figuras.....	III
Índice de tabelas.....	V
1. Introdução.....	1
2. A estrutura enquanto elemento da linguagem arquitetónica – estado dos conhecimentos.....	3
2.1 Pós Revolução Industrial – dissociação entre engenheiros e arquitetos.....	3
2.2 Conhecimento como catalisador de criatividade.....	9
2.3 Séc. XIX – O crescimento em altura das cidades americanas.....	13
2.4 Sistemas estruturais de edifícios em altura.....	18
2.5 Avaliação de estruturas.....	29
3. Obras de referência.....	33
3.1 Sears Tower, Chicago, EUA.....	33
3.2 CCTV, Pequim, China.....	37
3.3 Commerzbank, Frankfurt, Alemanha.....	43
4. Caso Prático – Objetivos.....	49
5. Caso Prático – Desenvolvimento.....	51
5.1 Análise do lugar.....	51
5.1.1 Enquadramento geográfico.....	51
5.1.2 Enquadramento histórico.....	54
5.1.3 Sobral da Lagoa (Arquitetura + pontos notáveis).....	57
5.2 Enquadramento conceptual.....	61
5.2.1 Enquadramento no lugar (Hotel + pedreira desativada).....	61
5.2.2 Memória descritiva.....	66

5.2.3	Análise do programa.....	69
5.2.4	Processo construtivo.....	75
6.	A estrutura enquanto elemento da linguagem – aspetos relevantes associados ao caso prático.....	87
7.	Conclusões.....	91
	Bibliografia.....	93
	ANEXO I.....	95

Índice de figuras

Figura 2.1 - Pintura que retrata o ambiente de uma das primeiras cidades industriais.....	4
Figura 2.2 - Cidade industrial inglesa, Middlesborough.....	4
Figura 2.3 - Escola Bauhaus, em Dessau.....	6
Figura 2.4 - Escola Bauhaus, em Weimar.....	6
Figura 2.5 - Casa construída segundo uma estrutura tipo <i>ballon frame</i>	14
Figura 2.6 - <i>Leiter Building</i> , Chicago.....	15
Figura 2.7 - Figura 2.7 – <i>Masonic Temple Building</i> , Chicago.....	15
Figura 2.8 - <i>Wainwright Building</i> , St. Louis.....	16
Figura 2.9 - <i>Lake Shore Drive Building</i> , Chicago.....	17
Figura 2.10 - <i>Shangai World Financial Center</i> , Shangai.....	18
Figura 2.11 - Sears Tower, Chicago.....	19
Figura 2.12 - Chicago Federal Center Building.....	17
Figura 2.13 - Lake Point Tower, Chicago.....	22
Figura 2.14 - <i>Chicago Civic Center</i> , Chicago.....	22
Figura 2.15 - <i>Marina City</i> , Chicago.....	23
Figura 2.16 - <i>One Shell Plaza</i> , Houston.....	24
Figura 2.17 - Planta do edifício <i>Lake Shore Drive</i>	27
Figura 2.18 - <i>Sabah Foundation Building</i> , Kota Kinabalu.....	28
Figura 2.19 - <i>Bank of China Building</i> , Hong Kong.....	28
Figura 3.1 - <i>Sears Tower</i> , Chicago.....	33
Figura 3.2 - Esquema de altimetrias do edifício <i>Sears Tower</i>	34
Figura 3.3 - Perspectiva construtiva do edifício <i>Sears Tower</i>	35
Figura 3.4 - Fotografia tirada durante a construção do edifício <i>Sears Tower</i> , em 1974.....	36
Figura 3.5 - <i>CCTV Building</i> , Pequim.....	37
Figura 3.6 - Organigrama do edifício CCTV, em Pequim.....	38
Figura 3.7 - Esquema da concepção da fachada do edifício CCTV, consoante os esforços a que está sujeito.....	39
Figura 3.8 - Esquema perspectivado do funcionamento da estrutura do edifício CCTV.....	40

Figura 3.9 - Fotografia do edifício CCTV, ainda em construção, na qual são visíveis os diversos elementos estruturais que constituem o edifício.....	41
Figura 3.10 - <i>Commerzbank Tower</i> , em Frankfurt.....	43
Figura 3.11 - Planta tipo e esquema de vistas do edifício <i>Commerzbank</i>	44
Figura 3.12 - Perspectiva construtiva do edifício <i>Commerzbank</i>	46
Figura 5.1 - Enquadramento geográfico do Concelho de Óbidos.....	51
Figura 5.2 - Cartograma de declives de Concelho de Óbidos.....	52
Figura 5.3 - Imagem tridimensional gerada por computador, representando a vista sobre o “estrangulamento” do vale do Rio Arnóia	57
Figura 5.4 - Figura 5.4 - Ortofotomapa de Sobral da Lagoa (2004).....	59
Figura 5.5 - Secções esquemáticas da povoação de Sobral da Lagoa.....	59
Figura 5.6 - Planta de evolução da área edificada.....	60
Figura 5.7 - Ortofotomapa da Freguesia de Sobral da Lagoa.....	65
Figura 5.8 - Fotografias da pedra onde se insere o hotel.....	65
Figura 5.9 - Perspectiva do hotel com identificação do embasamento, do pilar e das duas vigas.....	68
Figura 5.10 Planta de implantação do hotel -.....	68
Figura 5.11 - Perspectiva do hotel com identificação das áreas públicas.....	69
Figura 5.12 - Perspectiva do hotel com identificação da zona de estacionamento.....	70
Figura 5.13 - Perspectiva do hotel com identificação das zonas destinadas aos funcionários.....	71
Figura 5.14 - Perspectiva do hotel com identificação da área de <i>spa</i>	71
Figura 5.15 - Perspectiva do hotel com identificação dos quartos.....	72
Figura 5.16 - Perspectiva do hotel com identificação dos pisos técnicos.....	73
Figura 5.17 - Perspectiva do hotel com identificação dos acessos verticais.....	74
Figura 5.18 - Perspectiva do hotel com organigrama.....	74
Figura 5.19 - Perspectiva esquemática dos processos construtivos utilizados para a construção do hotel.....	75
Figura 5.20 - Corte da cobertura ajardinada da área de estacionamento.....	76
Figura 5.21 - Perspectiva da cobertura revestida com gravilha das áreas públicas.....	76
Figura 5.22 - Perspetiva esquemática dos encastramentos do pilar e das vigas.....	77
Figura 5.23 - Perspctiva esquemática do encaixe entre uma das vigas e o pilar.....	78
Figura 5.24 - Perspectiva do módulo de perfis de aço utilizado na construção das vigas.....	79

Figura 5.25 - perspectiva de uma viga com os módulos associados entre si.....	79
Figura 5.26 - Perspetiva aérea frontal do edifício gerada a computador.....	80
Figura 5.27 -.Perspetiva frontal do edifício gerada a computador.....	80
Figura 5.28 - Perspectiva da entrada automóvel do edifício gerada a computador.....	81
Figura 5.29 - Perspectiva da entrada automóvel do edifício gerada a computador.....	81
Figura 5.30 - Perspectiva do lateral do edifício gerada a computador.....	82
Figura 5.31 - Perspectiva lateral do edifício gerada a computador.....	82
Figura 5.32 – Fotografia da maqueta do edifício.....	83
Figura 5.33 – Fotografia da maqueta do edifício.....	83
Figura 5.34 – Fotografia da maqueta do edifício.....	84
Figura 5.35 – Fotografia da maqueta do edifício.....	84
Figura 5.36 – Fotografia da maqueta do edifício.....	85
Figura 5.37 – Fotografia da maqueta do edifício.....	85
Figura 5.38 – Fotografia da maqueta do edifício.....	86
Figura 5.39 – Fotografia da maqueta do edifício.....	86

Índice de tabelas

Tabela 2.1 - Principais vantagens e desvantagens associadas ao uso de estruturas metálicas.....	30
Tabela 2.2 - Principais vantagens e desvantagens associadas à utilização de estruturas de betão.....	31
Tabela 5.1 - Pedreiras ativas no Concelho de Óbidos.....	53
Tabela 5.2 - Capacidade de alojamento turístico na Região do Oeste (2006).....	62
Tabela 5.3 - Alojamento turístico em funcionamento no Concelho de Óbidos em 2010.....	63
Tabela 5.4 - Processos com parecer favorável sobre o projeto de arquitetura em 2010.....	64

1.Introdução

A Revolução Industrial determinou alterações sociais profundas, que se traduziram, entre outros aspetos, pelo crescimento acelerado e exponencial das cidades, com as consequentes desigualdade sociais, instabilidade política e problemas de salubridade, tendo acentuado a divergência entre técnicos e artistas que já se fazia sentir anteriormente. Por outro lado, a evolução científica e tecnológica dela decorrentes veio permitir a materialização de obras de engenharia civil de uma enorme grandiosidade, nomeadamente o crescimento em altura de edifícios, vãos de dimensões significativas sem pilares intermédios ou pontes suspensas de grandes dimensões.

A arquitetura moderna emerge dessa época com o objetivo de resolver os problemas colocados pelas novas cidades, procurando igualmente responder ao desafio de conseguir alcançar o equilíbrio do ambiente construído. Datam do início do século XX alguns dos princípios básicos da arquitetura, que permanecem atuais, nomeadamente no que se refere à análise das funções que se desenvolvem na cidade.

A perspetiva artística, associada às inovações técnicas, quer no que respeita aos materiais utilizados, quer no que respeita às inovações técnicas permitiram a engenheiros e arquitetos desenvolverem novos horizontes, novas linguagens, um novo sentido estético.

Este trabalho tem por objetivo estudar a estrutura enquanto elemento da linguagem arquitetónica. O caso de estudo que dele faz parte, desenvolveu-se a partir de um espaço profundamente marcado pela atividade humana, uma pedreira desativada em Sobral da Lagoa, no concelho de Óbidos, que constitui uma ferida na paisagem, uma rotura com o topografia natural anteriormente existente. Por outro lado, o morro onde a vila se insere, com cerca de 100 metros de altura, apresenta uma grande importância paisagística, retratando o estrangulamento do rio Arnoia e permitindo uma visão ampla do concelho.

Através da conceção e integração nesse espaço de um edifício em altura, um hotel, procurou-se potenciar a vocação turística deste concelho, aumentando a oferta do número de camas, que é atualmente diminuta. Por outro lado, a conceção do edifício não teve por objetivo esconder as paredes de rocha calcária que estão à vista, mas tão só trabalhar à sua volta, deixando-as expostas.

Procurou-se que a obra desse continuidade a um local profundamente marcado pela atividade humana, em vez de o amenizar. O edifício, com cerca de 100 metros de altura, apresenta uma geometria sólida, que sugere tensão, constituída por um pilar com a mesma

altura que o monte e duas vigas, que nele apoiam e o agarram ao monte, o que obrigou à procura de soluções estruturais que permitam a sua execução, garantido a prossecução dos objetivos anteriormente referidos, nomeadamente a manutenção de uma área significativa de parede de rocha à vista

O trabalho foi organizado em seis capítulos para além da introdução, que se apresentam resumidamente:

- **Capítulo 2 - A estrutura enquanto elemento da linguagem arquitectónica – estado dos conhecimentos**, no qual se dá início ao estudo da problemática da dissociação entre artistas e técnicos, iniciada na altura da Revolução Industrial. Em seguida analisa-se o crescimento em altura das cidades norte americanas, com um enfoque na cidade de Chicago e nas inovações estruturais introduzidas na arquitetura;
- **Capítulo 3 – Obras de referência**, no qual se analisam três edifícios, do ponto de vista dos sistemas estruturais utilizados. Os edifícios analisados são: as *Sears Towers*, em Chicago, o *Commerzbank*, em Frankfurt, e o *CCTV*, em Pequim;
- **Capítulo 4 – Caso Prático – Objetivos**, no qual se apresentam os objetivos da realização do caso prático;
- **Capítulo 5 – Caso prático**, no qual se apresenta o edifício, um hotel situado no concelho de Óbidos, desenvolvido com base nas soluções estruturais estudadas e analisadas nos capítulos anteriores;
- **Capítulo 6 – A estrutura enquanto elemento da linguagem – aspetos relevantes associados ao caso prático**, no qual se apresentam as principais soluções estruturais adotadas no desenvolvimento do caso prático em conformidade com o estudo desenvolvido no segundo e terceiro capítulos;
- **Capítulo 7 – Conclusões**, no qual se apresentam as principais conclusões do trabalho realizado.

2.Estado de conhecimentos

2.1 Pós Revolução Industrial – dissociação entre engenheiros e arquitetos

A Revolução Industrial, que teve origem em Inglaterra no séc. XVIII, constituiu uma fase de transição e de mudança para toda a sociedade, tendo sido marcada por profundas desigualdades sociais, instabilidade política, pela chegada da maquinofatura e da consequente produção em massa, pelo capitalismo que se impôs, e, também pela falta de salubridade nas cidades industriais, como se pode observar nas figuras 2.1 e 2.2, que cresciam a um ritmo exponencial,. No que se refere à arquitetura, e à arte em geral, acentuou-se a divergência entre técnicos e artistas, iniciada no séc. XVII.

Os técnicos devem estudar, com o método científico, alguns problemas particulares e bem circunscritos, mas não os problemas de conjunto (por exemplo, o cálculo das estruturas e das instalações, mas não a distribuição das funções na cidade e no território). Os artistas devem adaptar o aspecto exterior da cidade sem discutirem-lhe a estrutura, porque o campo do seu trabalho é considerado “independente” e não ligado às necessidades quotidianas. As escolhas dos técnicos tornam-se assim vinculadas e previsíveis, as escolhas dos artistas livres num campo marginal e não determinante [...].

BENEVOLO, 2007

A distinção afirmada entre o carácter técnico e artístico dos trabalhos foi acentuada pela produção em massa, que proporcionava menos qualidade aos objetos agora produzidos de forma repetida e automatizada, e realçava o valor das “obras de arte” produzidas por artistas. De facto, como diz Benevolo (2007), “a exequibilidade técnica, a conveniência económica e a forma exterior foram controladas separadamente, e ninguém controlou o produto como um todo único”.

Na prossecução da ideia de produção em massa, mas agora aplicada à arquitetura, “a técnica moderna” foi capaz de criar novas cidades, mas cidades que não davam resposta às verdadeiras necessidades da população e que davam origem a novas problemáticas.

A cidade, por feia e incômoda que seja, é aceita como modelo universal, porque não tem alternativas: os intelectuais recordam saudosamente a cidade do passado longínquo e os políticos revolucionários não têm interesse em descrever a cidade de um futuro distante. Neste cenário, os elementos da civilização industrial finalmente tomam vulto e podem ser confrontados entre si. Os novos problemas abertos tornam-se as tarefas a enfrentar no futuro próximo.

BENEVOLO, 2007



Fonte: wikipedia.org (autor: Philipp Jakob Loutherbourg)

Figura 2.1 – Pintura que retrata o ambiente de uma das primeiras cidades industriais



Fonte: Benevolo, 2007

Figura 2.2 – Cidade industrial inglesa, Middlesborough

A Revolução Industrial potenciou avanços significativos na ciência e na tecnologia, muitos destes aplicáveis à arquitetura, como o processo *Bessemer*, descoberto em 1856, que facilitou a difusão do aço e permitiu construir novas máquinas e estruturas, jamais vistas até à altura e bastante inovadoras, como por exemplo: grandes vãos sem pilares intermédios (de que é exemplo a rotunda da Exposição Universal de Viena, em 1873, com um diâmetro de 102 metros), pontes suspensas cada vez mais longas (como a Ponte de Brooklyn, construída em 1873, e a Ponte Washington, em 1928), arranha céus (os primeiros, em Chicago, com 30 andares, e mais tarde em Nova York, com 100 andares), esculturas monumentais como o caso da Torre Eiffel, inaugurada em 31 de Março de 1889, e outras invenções como por exemplo o dínamo, em 1869, que permitiu utilizar a eletricidade como força motriz e tornou possível a utilização de telefones, lâmpadas e elevadores, ou a invenção do motor de explosão, em 1885, que permitiu criar novos motores para todo o tipo de máquinas.

Na sequência das alterações profundas que a Revolução Industrial provocou na arquitetura, nas cidades, e no modo de vida dos habitantes, surgiu a arquitetura moderna, que juntou “artistas” e “técnicos”, com o objetivo de conseguir resolver os problemas que se viviam nas cidades pós-liberais.

Os artistas, encarregados de apresentar e de corrigir a imagem da cidade pós-liberal, são os primeiros a reagir contra a feiura: criticam o cenário que vêm à sua volta, e começam a atacar os mecanismos que o produzem.

Os arquitetos inovadores – Horta¹, Van de Velde², Wagner³ estão insatisfeitos por ter que escolher entre estilos passados, e usam a liberdade que lhes é concedida para procurar um estilo novo, original e independente dos modelos tradicionais.

BENEVOLO, 2007

Artista neoplásticos dos anos vinte, como Mondrian (1872-1944) e Van Doesburg (1883-1931), fizeram um apelo à junção da “técnica” e da “arte”, que defendem ser indissociáveis para conseguir atingir o equilíbrio do ambiente construído, e para assim “viver na arte realizada”.

¹ Horta, Victor (1861-1947)

² Van de Velde, Henry (1863-1957)

³ Wagner, Otto (1841-1918)

O ambiente e a vida quotidiana são falhos, em seu estado imperfeito e em sua árida necessidade. Assim, a arte torna-se um refúgio. Na arte, procura-se a beleza, a harmonia, que faltam ou que se perseguem em vão na vida e no ambiente. Assim, beleza e harmonia tornaram-se um ideal irrealizável: colocadas na arte, foram excluídos da vida e do ambiente.

Amanhã ao contrário, a realização do equilíbrio plástico na realidade concreta de nosso ambiente substituirá a obra de arte. Então, não teremos mais necessidade de pinturas e esculturas, porque iremos viver na arte realizada.

BENEVOLO, 2007, citando Mondrian

Neste contexto, os mestres da arquitetura moderna como Walter Gropius (1883-1869), Mies Van der Rohe (1886-1969) e Le Corbusier (1887-1965), foram os primeiros a pôr em prática estes novos princípios a favor da arquitetura e do urbanismo. Um dos principais polos difusores desta nova mentalidade foi a escola dirigida por Gropius, entre 1919 e 1928, a *Bauhaus*, figuras 2.3 e 2.4, que tinha como professores alguns dos melhores artistas modernos, como por exemplo Klee (1879-1940), Kandinsky (1866-1944) e Schlemmer (1888-1943), que ensinavam os alunos a projetar toda o conjunto de objetos que constituíam o mundo moderno, desde utensílios domésticos, a móveis, a edifícios e bairros completos.



Fonte: Wikipdia.org

Figura 2.3 – Escola Bauhaus, em Dessau

Figura 2.4 – Escola Bauhaus, em Weimar

Desta forma, os arquitetos modernos apresentam-se como artistas de vanguarda, porque assim a sociedade reconhece-lhes espaço para agir, e desenvolvem uma nova pesquisa coletiva e unitária, ou seja, trabalham juntos na resolução dos mesmos problemas e oferecem um conjunto de soluções comparáveis que se aglutinam e aperfeiçoam com o

passar do tempo. Essa pesquisa comum trouxe alterações para alguns dos princípios básicos da arquitetura que ainda hoje são aplicáveis, como por exemplo a análise das funções que se desenvolvem na cidade (habitar, trabalhar, circular e cultivar o corpo e o espírito), a definição dos elementos mínimos a usar para cada uma das funções urbanas e a busca de modelos de agrupamento entre os elementos funcionais, ou seja, a definição da estrutura de conjunto da cidade.

Com a perspectiva de artistas de vanguarda, juntamente com as inovações técnicas a nível de materiais e estruturas, obtidas como resultado da revolução industrial, arquitetos e engenheiros desenvolveram bastante trabalho no sentido de trazer novas linguagens ou sentidos estéticos para a arquitetura.

A prova de que esse pensamento chegou aos dias de hoje expressa-se pelo trabalho de grandes arquitetos modernistas como Le Corbusier (1923) que escreveu: *“A arquitetura é o magistral, correto e magnífico jogo de massas reunidas na luz”*. Contudo, se analisarmos o que o escultor Auguste Rodin (1840-1914) escreveu no seu livro *Les Cathédrales de France*, em 1914, percebemos que a origem do pensamento de Le Corbusier ocorre das palavras escritas pelo escultor: *“O escultor alcança grande expressão apenas quando concentra toda a sua atenção no jogo harmonioso de luz e sombra, tal como faz o arquiteto”*.

Por outro lado, em 1976, Sigfried Giedion (1888-1968), também defendeu a união entre a técnica e a arte, como escreveu no seu livro *Space, Time and Architecture*: *“1877: Nesse ano a questão entrou na Académie, quando foi atribuído um prémio a melhor dissertação sobre “a união ou separação do engenheiro e do arquiteto”. Davioud, um dos arquitetos de Trocadéro, venceu o prémio com a seguinte resposta: “O acordo nunca será real, completo e produtivo até ao dia que o engenheiro, o artista e o cientista se fundam na mesma pessoa. Há muito que vivemos com a disparatada convicção de que a arte é um tipo de atividade distante de todas as outras formas de inteligência humana, estando a sua única fonte e origem na personalidade do próprio artista e na sua caprichosa fantasia”*.

Também o arquiteto e engenheiro Santiago Calatrava (1951-) acredita na união da arquitetura, da engenharia e das belas artes, sendo de certa forma a pessoa que Davioud idealizava, como apresenta o autor Jodidio (2007), ao citar Calatrava:

“A arquitetura e a escultura são dois rios em que flui a mesma água. Imaginem que a escultura é a plasticidade livre, enquanto a arquitetura é plasticidade que tem de se submeter à função e à noção óbvia de escala humana (através da função). Onde a escultura ignora a função, livre das questões mundanas da utilização, é superior à arquitetura enquanto expressão pura. Mas através da harmonia com a escala humana e o ambiente,

através da sua penetrabilidade e interioridade, a arquitetura sobrepõe-se à escultura nestas áreas específicas.”

2.2. Conhecimento como catalisador de criatividade

O autor António Morais (1993), defende na sua tese de doutoramento, que o ato de projeto ou de conceção de um edifício tem por base a criatividade humana. Contudo, este processo nunca é apenas fruto de deduções meramente lógicas, pois existem outros fatores que estão envolvidos no ato de criar, como sendo a cultura do individuo, a sua experiência na área, o público alvo, valores estéticos a defender, entre outros fatores. Desta forma pode-se dizer que a criatividade não é meramente um dom, exigindo trabalho e dedicação para ser ganha e, ou amplificada.

Entenda-se por criatividade um processo mental de conceção, que tem como intuito a produção de algo físico e possível de ser construído. Esta faculdade humana possui uma carga que varia consoante diferentes indivíduos e, não sendo possível quantificá-la, é no entanto possível estimulá-la e orientá-la. Geralmente cada individuo tem um método próprio para criar, contudo todos têm algo em comum, que é o facto de ser um processo contínuo e evolutivo em redor de uma ou mais ideias, que com o tempo vão amadurecendo. Estas ideias, imaginadas pela mente de cada individuo, nascem da relação que a mente estabelece entre o conhecimento já adquirido e esse algo que se quer criar. De facto, é impossível criar relações entre aquilo que não se conhece, por isso, o conhecimento de cada individuo, empírico e/ou racional, é o catalisador da criatividade.

Deste modo é possível dizer que uma ideia não nasce do vácuo, mas que é o resultado de um processo levado a cabo pela inteligência de cada individuo, sendo o trabalho prévio, de aquisição e organização da informação, uma parte fundamental do processo, sem o qual a criatividade fica limitada.

Poder-se-ia então presumir através desta linha de raciocínio que a criatividade depende da quantidade de referências que um individuo tem, e que, naturalmente, alguém que tivesse mais referências fosse alguém mais criativo. Mas isso seria erróneo. As relações que cada individuo estabelece entre as referências e o conhecimento que tem são fruto do talento pessoal, da capacidade de cada um em fazê-lo, porque a quantidade de referências que se tem é uma condição necessária, mas não suficiente para a materialização das ideias.

“Importa no entanto realçar que a criatividade individual, a parte imaginativa, ideativa, da inteligência, pode ser estimulada, treinada e, importante, direccionada para determinado setor da atividade. Ela forma-se e transforma-se continuamente, e as suas

possibilidades aumentam com o enriquecimento do conhecimento. Exige, além de uma inteligência flexível e de algum modo rápida, uma mente desprendida, livre de preconceitos, disponível para aprender em todos os domínios sectoriais vertentes na área da sua intervenção, não fechando setores à aprendizagem.”

MORAIS(1993)

Relacionando este aspeto da mente livre de preconceitos, disponível para aprender, com o objetivo deste trabalho, a procura por mais conhecimento a nível da compreensão dos mecanismos estáticos de uma estrutura e a procura pelo entendimento dos materiais, não devem ser áreas postas de lado, porque absorvendo e entendendo essa informação, e após organizada e relacionada, potencia mais possibilidades e confere mais liberdade a qualquer arquiteto. Um exemplo de excelência dos aspetos anteriormente referidos é o trabalho do arquiteto e engenheiro Santiago Calatrava. De facto as formas que elabora através da sua inteligência criativa têm como base conhecimento adquirido, organizado e relacionado sobre o funcionamento estático das estruturas e o modo como os materiais interagem entre si, criando, deste modo um percurso para as forças que atuam sobre o edifício desde o topo até às fundações.

Podemos deste modo concluir que a criatividade individual na produção de formas arquitetónicas tem como base o conhecimento que cada arquiteto tem. É esse conhecimento que catalisa a criatividade e, por consequência o talento do arquiteto. Por estes motivos, torna-se importante adquirir conhecimentos sobre o comportamento das estruturas, para entender as possibilidades que o conhecimento sobre esta área potencia à criatividade, abrindo deste modo um novo leque de soluções formais a explorar.

Com base nos aspetos referidos anteriormente, importa procurar encontrar uma definição para estrutura. O Homem desde o início da sua existência procurou abrigo e proteção, para si e para as suas atividades, da agressividade do meio ambiente. A estrutura é portanto o que mantém um abrigo construído pelo Homem estático, incapaz de se mover ou desmoronar. Podemos dizer que é um conjunto de peças, fabricadas pelo Homem ou não, que se interligam espacialmente segundo geometrias lineares, superficiais ou volumétricas.

A arte, a ciência e a essência da conceção estrutural residem na compreensão sobre como cada elemento trabalha individualmente, mas mais importante, como é que os vários elementos se agrupam de forma a criar um conjunto unitário, estável e rígido. Contudo, é necessário compreender o porquê da existência de cada um dos elementos individuais,

assim como as implicações estruturais que a aplicação individual de cada elemento, introduz no comportamento global da estrutura.

Na verdade não existe nem ciência nem regulamentos que canonizem a distribuição das peças individuais no espaço de forma a criar uma estrutura. Esta tarefa fica completamente dependente da criatividade, do conhecimento do arquiteto.

Como já foi referido anteriormente, hoje em dia existe uma grande separação entre o trabalho dos arquitetos e o dos engenheiros de estruturas. Enquanto os arquitetos, por vezes, projetam estruturas sem conhecimento científico sobre a resistência global da mesma, ou mesmo sobre se o sistema estrutural escolhido é o melhor para aquela situação concreta, por outro lado, os engenheiros vêem as estruturas como um conjunto de elementos individuais, e é sobre cada um desses elementos que o engenheiro atua, analisando-os com base em modelos matemáticos. Entenda-se que os modelos matemáticos constituem excelentes ferramentas de trabalho para a análise dos fenómenos que ocorrem nas estruturas, contudo muitas vezes só são aplicados sobre ideias já existentes, para testar a eficácia das mesmas. Deste modo, o seu contributo para o ato de conceção torna-se pequeno, servindo mais como um teste de comparação, que posteriormente leva à aceitação, ou não, da estrutura concebida. Os modelos matemáticos descrevem e analisam cada um dos elementos da conceção produzida, ou seja, e em linguagem de dimensionamento, se vai ou não existir ruptura da estrutura.

“Existe aqui uma relação idêntica à ocorrente entre a linguagem utilizada no dia a dia por nós e o pensamento que a nossa mente produz. A linguagem por nós utilizada, ao transmitir o pensamento que elaboramos, não só estabelece a comunicação pretendida com o exterior, como igualmente modela esse mesmo pensamento, aquando da transmissão, determina-o, reduzindo quase sempre o pensamento elaborado às capacidades e limites da própria linguagem. A dimensão da linguagem não é tão vasta quanto as possibilidades imaginativas do nosso pensamento, obrigando-nos, por vezes, a pronunciar a vulgar frase: Não sei se me faço compreender. Somos assim prisioneiros da nossa própria linguagem.

Na dicotomia, conceção formal do sistema estrutural-estrutura, algo de semelhante acontece. Quantas vezes, por rigidez dos nossos modelos estruturais a que recorremos, ou a sua não abrangência ao caso em estudo, somos tentados a alterar a solução formal idealizada. É corrente ouvirmos os engenheiros de dimensionamento com frases do tipo: mas porque é que o arquiteto quer isto desta forma, complica o cálculo.”

MORAIS(1996)

No ato de concepção de um edifício, independentemente do sistema estrutural a usar, é necessária a existência de uma vontade criativa racional, de modo a conceber uma estrutura que naturalmente e harmoniosamente distribua e suporte os esforços, aplicando ao longo do edifício os materiais que melhor se adaptem a esses mesmos esforços. Em suma, trata-se de interiorizar de modo criativo os conhecimentos e conceitos relativos à estática e resistência dos materiais.

Mais do que conhecer os modelos de cálculo estrutural matemático, que devem ser vistos como ferramentas de apoio, é indispensável perceber a problemática em causa, perceber o fenómeno, por forma a delimitar o problema. Apenas depois desta fase estar realizada e interiorizada mentalmente pelo indivíduo, se deve passar à fase do cálculo e dimensionamento com modelos apropriados e realisticamente escolhidos.

O ato de projetar uma estrutura deve ser visto quase como uma forma de arte, pois está relacionado com cada projetista, pois este tem de sentir a estrutura, teve de adquirir, através de formação e experiência, intuição estática, e também possuir bom senso e sensibilidade estética. A intuição estática e o sentir da estrutura, é contudo, um processo lento e gradual que está dependente da capacidade de cada projetista .

2.3 Séc. XIX e XX – O crescimento em altura das cidades americanas

O século XIX ficou marcado pela chegada de uma nova potência, que se apresentava com cidades por serem construídas e com vontade de criar uma imagem própria resultado da sua recente independência – os Estados Unidos da América.

Segundo o José Romano (2004), variados fatores, como a criação da *Land Ordinance* em 1875, o domínio e a utilização de estruturas metálicas na construção (essencialmente desenvolvido por engenheiros militares europeus, como Le Baron Jenney [1832-1907]), a invenção do telefone e do elevador e a necessidade de criação de uma linguagem própria, criavam o cenário ideal para o desenvolvimento de uma nova maneira de projetar cidades e edifícios.

A *Land Ordinance* foi criada para regular o crescimento dos territórios do oeste norte americano, determinando que os novos territórios seriam divididos segundo uma retícula ortogonal, orientada por meridianos e paralelos. Basicamente todo o território foi dividido em quadrados, com uma milha de lado, que confinavam quer parcelas agrícolas, quer parcelas edificáveis, e definiam as redes viárias.

Nas primeiras décadas do século XIX a construção americana usava principalmente a madeira, e seguia um método usado na arquitetura colonial, denominado por *Ballon Frame*, como se ilustra na figura 2.5. O *Ballon Frame*, é um processo construtivo que usa uma estrutura simples, de elementos principais e secundários, que na maioria dos casos eram barrotes de madeira com medidas normalizadas, colocados a distâncias moduladas. A partir daí todos os elementos eram múltiplos dessa unidade. Este processo facilitava a standardização da produção em massa de todos os elementos, reduzindo o tempo total da obra, visto que bastava apenas aplicar elementos pré-fabricados, não requerendo mão-de-obra qualificada. Este processo indica a predisposição americana para o uso do conceito “standard” na arquitetura, que mais tarde se verificou na construção de edifícios em altura.

No ano de 1871, quando Chicago já tinha uma população de 300 000 habitantes, ocorreu um grande incêndio que destruiu grande parte da cidade. A reconstrução do edificado após o incêndio, afirmou Chicago no contexto mundial como o mais moderno centro de comércio e negócios da época. Vários fatores influenciaram a reconstrução da cidade incluindo a ausência de legislação vinculativa, a grande necessidade de atração de capital, a forte dinâmica económica e a existência de técnicos qualificados dispostos a trabalhar para criar uma nova imagem.



Fonte: Wikipdia.org

Figura 2.5 – Casa construída segundo uma estrutura tipo *balloon frame*

A primeira geração que trabalhou logo após o incêndio, a conhecida “Escola de Chicago”, era constituída por engenheiros militares com grande conhecimento técnico e científico, como por exemplo Le Baron Jenney, William Boyington (1818-1898), J. Von Osdel (1811-1891). Ainda que muitas vezes a autoria dessas obras seja remetida para os arquitetos, é necessário reconhecer que a base deste novo processo construtivo, está num evento de engenharia, sem o qual nada teria mudado. Le Baron Jenney foi um dos principais percursores no uso de estruturas metálicas em edifícios, o que permitiu tecnicamente o crescimento dos edifícios em altura. De facto, a primeira utilização deste princípio ficou-se a dever a Le Baron Jenney, que em 1879 ergueu o *Leiter Building*, em Chicago, que se apresenta na figura 2.6.

Este novo processo construtivo baseava-se na distribuição das cargas para estruturas metálicas, mais esbeltas, libertando as paredes da sua função estrutural, e que consequentemente, reduz o seu volume e lhes confere apenas a função de encerrar espaços.

Mais uma vez é necessário referir que outras invenções, como os elevadores e os telefones, entre outras, permitiram que todo o tipo de tipologias e programas, como hotéis, escritórios ou habitação fossem aplicados a edifícios cada vez mais altos.

A maioria dos projetistas desta altura colaborou com Le Baron Jenney, entre os quais se destacam Daniel Burnham (1846-1912), William Holabird (1854-1923), Martin Roche (1853-1927) e Louis Sullivan (1856-1924).



Fonte: Wikipdia.org



Fonte: bc.edu

Figura 2.6 – *Leiter Building*, Chicago

Em 1890, começa a construção do *Reliance Building*, em Chicago, que inicialmente só tinha 5 pisos, e era considerado como um marco da cidade por causa da sua beleza. Em 1895, já após a morte de um dos arquitetos do projeto original, John Root (1850-1891), Burnham, outro arquiteto envolvido no projeto inicial, aumentou-o em 10 pisos, através da multiplicação do módulo usado na construção dos primeiros 5 pisos. Em 1982, Burnham, ergueu o edifício *Masonic Temple*, em Chicago, que se apresenta na figura 2.7, com 22 pisos e 90 metros de altura, que era na altura o edifício mais alto da cidade.



Fonte: Wikipdia.org

Figura 2.7 – *Masonic Temple Building*, Chicago

Como citado por Romano (2004), John Root, em 1890, escreveu: “...a estrutura interna destes edifícios chega a ser de tal forma vital, que deve impor de forma absoluta o caráter geral das formas exteriores... ornamentar estes edifícios com tais decorações tão delicadas era muito mais do que inútil... já que eles pela sua massa e proporções devem inspirar um sentimento elementar das grandes, permanentes e conservadoras forças da civilização moderna.”

Louis Sullivan, um dos grandes arquitetos desta geração, projetou em 1889 o *Auditorium*, em Chicago, conjugando uma estrutura tradicional, compensada por uma estrutura de ferro. Este edifício destacou-se pela junção de vários programas, incluindo habitação, hotel, escritórios e naturalmente um auditório. Neste edifício, assim como no *Wainwright Building*, em St. Louis, que está se apresenta na figura 2.8, a decoração está mais presente nos pisos térreos e atenua-se até desaparecer nas cotas mais altas. No *Wainwright Building*, Sullivan estudou o uso de vários princípios de composição aplicados a edifícios altos. Um desses princípios tinha por base o factor da multiplicação de inúmeros pisos iguais, que Sullivan, tratava como um elemento unitário que enfatizava a verticalidade do edifício, contrapondo o embasamento, ou seja, pisos térreos, nos quais domina a horizontalidade, através de espaços de receção amplos, nos quais a escala é mais humana.



Fonte: Wikipedia.org



Fonte: openbuildings.com

Figura 2.8 - *Wainwright Building*, St. Louis

Em 1892, Sullivan descreve o projeto de um edifício em altura:

“...Em primeiro lugar é preciso uma planta da cave, que contenha as caldeiras, pontos de descarga das forças motrizes... depois uma planta de piso térreo destinada a lojas, bancos e outras funções que requerem lugares espaçosos, iluminação difusa e acesso fácil. Terceiro, uma planta do segundo piso, um espaço estrutural, geralmente com grandes

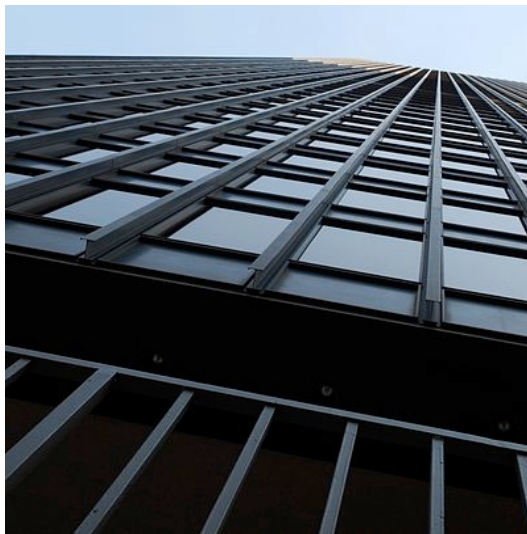
subdivisões, de acesso cómodo por meio de escadas, generoso, com grandes superfícies de vidro e aberturas ao exterior. Quarto, a planta do piso tipo de escritórios, multiplicada várias vezes. Por fim, um ultimo piso de natureza fisiológica – remate da estrutura, dos acessos e sobretudo da imagem em exterior do edifício...”

SULLIVAN, 1959

Nestes edifícios, a unidade ou o módulo, é naturalmente o escritório, do qual dependem todas as dimensões “standard” do edifício, inclusivamente as dimensões dos vãos.

Sullivan, assim como a grande maioria dos arquitetos que marcaram esta geração, era admirador das construções góticas, contudo apenas no seu carácter, no modo como essa arquitetura se expressava. A forma resultava da estrutura. Como as paredes não tinham funções portantes (estruturais), podiam ser abertos grandes vãos. Desta forma, o sentido vertical e livre, das composições góticas, marcaram a arquitetura americana, que recupera a essência, mas não a linguagem – o racionalismo estrutural.

Entre as décadas de 1950 e de 1980, surgiu a “Segunda Escola de Chicago”, cujo fundador foi o arquiteto Mies Van der Rohe, autor do edifício *Lake Shore Drive*, que se apresenta na figura 2.9, no qual estão presentes todos os princípios que orientam a arquitetura deste período. A obra de Mies Van der Rohe pode ser resumida a uma frase dita pelo próprio: “*A arquitetura deriva, e eventualmente chega a ser a expressão de uma civilização. É uma expressão da sua época*” (ROMANO, 2007 citando Mies Vand der Rohe)



Fonte: Wikipedia.org



Fonte: e-architect.co.uk

Figura 2.9 – *Lake Shore Drive Building*, Chicago

2.4 Sistemas estruturais de edifícios em altura

À medida que os edifícios crescem em altura, as estruturas que os compõe tem de se tornar mais resistentes para suportar cargas maiores, derivadas do peso próprio dos materiais e também das ações horizontais. Contudo, o verdadeiro desafio consiste em conceber estruturas capazes de resistir a ações extremas, como as provocadas por sismos ou ventos.

Segundo Romano (2004), Alan Davenport (1932-2009) diretor do túnel de vento da Universidade de Western Ontário, afirma que “... *normalmente, nos edifícios de grande altura as ações dinâmicas são tão ou mais importantes que as estáticas.*”

De forma generalizada pode-se dizer que um volume paralelepípedo oferece maior resistência ao vento do que um volume cônico, por esse motivo, o edifício *Shangai World Financial Center*, apresentado na figura 2.10, com 94 pisos, tem um vão, na forma de trapézio, aberto no topo por forma a diminuir a pressão do vento sobre o edifício.



Fonte: Wikipdia.org

Figura 2.10 – *Shangai World Financial Center*, Shangai

Mecanismos ativos como lastros, aplicados na cobertura, sistemas hidráulicos, ou mecanismos passivos de dissipação da vibração, podem ser bastante úteis para garantir o

conforto no interior do edifício. Por exemplo, O *World Trade Center*, em Nova Iorque, dependia de juntas de material visco elástico entre os elementos metálicos, de forma a atenuar a vibração dos materiais.

De forma a diminuir alguns dos efeitos referidos, e por conseguinte o colapso do edifício, a área de implantação deve ser o maior possível, pelo que a proporção normal entre a altura e a base do edifício, deverá situar-se entre 6 e 8. Este denominado, “rácio de aspeto”, está presente na Torre Sears, de Chicago, como apresentado na figura 2.11, que tem um rácio de 6,5 (435 m de altura/67,5 m de base).



Fonte: Wikipdia.org

Figura 2.11 – Sears Tower, Chicago

As estruturas dos edifícios em altura são geralmente metálicas, mistas, ou de betão armado de alta resistência, com um núcleo rígido que envolve as caixas de escadas, coretes e elevadores, aliviando as fachadas da sua função portante.

ROMANO, 2004

A libertação das fachadas e das demais paredes interiores, em relação à sua função de suporte, resultou na constituição de esqueletos estruturais, cuja principal função é o

suporte das ações horizontais. É necessário voltar a referir que o isolamento destas estruturas, contra incêndios ou sismos, é fundamental.

Cada caso é um caso, e por isso, cada edifício é um caso específico. Contudo, de acordo com Romano (2004), apesar de existirem muitas variações nos sistemas estruturais usados em diferentes edifícios, pode-se admitir que, em zonas não sísmicas, é possível edificar:

- Até aos 30 pisos, apenas com estruturas porticadas;
- Até aos 70 pisos, é necessário combinar uma estrutura porticada com um núcleo rígido, quase sempre de betão de alta resistência;
- Para os superedifícios, são necessárias estruturas mais complexas que incluem tubos, treliças tridimensionais ou associação de tubos.

A escolha do material estrutural – metal, betão ou misto – depende de diversos factores como a tradição construtiva, as regras do mercado, regulamentos locais, entre outras condicionantes dependentes do local onde o edifício se insere. Contudo, na vertente da construção, as condicionantes são outras, incluindo a rapidez de construção, o comportamento mecânico, a natureza dos esforços, a resistência ao fogo e a linguagem arquitetónica (compartimentação, vãos, visibilidade dos elementos estruturais).

Os edifícios em altura socorrem-se, na sua grande maioria, de elementos que lhes são comuns como:

- Pilares compósitos – perfis metálicos envolvidos em betão armado ou películas intumescentes;
- Vigas principais – perfis metálicos envolvidos em betão armado ou películas intumescentes;
- Vigas secundárias – perfis metálicos envolvidos em materiais não combustíveis – gesso, partículas minerais projetadas, películas ou tintas intumescentes;
- Lajes: cofragem colaborante – lâmina de compressão de betão armado sobre chapa, assente em vigas secundárias com conectores metálicos;
- Núcleos rígidos – paredes de betão armado de alta resistência.

De um modo sucinto, pode-se dizer que para o projeto de um edifício em altura se deverá tomar em consideração os seguintes aspetos:

- Tecnicamente, os edifícios em altura, são caracterizados por ter no mínimo 20 pisos, e uma altura de, pelo menos, 5 vezes a largura;

- Devido às proporções das fachadas destes edifícios, as ações horizontais têm uma grande influência na sua concepção. Fatores como, vento, sismos, e oscilação perceptível pelo utilizador ganham grande importância;
- A natureza modular destas estruturas, levam à otimização de métodos e formas, que minimizam o tempo total da obra e maximizam a área útil;
- Para além de inúmeros elementos estruturais standardizados que são usados, os materiais não estruturais mais utilizados são grandes chapas de vidro, laminados pré-fabricados, metálicos e pétreos;
- A separação dos elementos estruturais dos demais, nomeadamente das fachadas, provocou a redução ao limite do peso próprio dos elementos, e tornou intrínseca a relação forma/estrutura.

Quando no final do XIX se começou a construir, segundo um novo processo construtivo, que separou as funções estruturais, das funções de encerramento dos espaços, os edifícios começaram a crescer em altura, e alguns já atingiam 10 pisos. Na década de 50, desenvolveu-se um novo tipo de estrutura tipo montante, que rapidamente evoluiu para um modelo de estrutura de pórticos, que derivou dos novos princípios da industrialização, nomeadamente da pré-fabricação. Este sistema, por ser em aço, tem limitações em termos de altura, pelo que se for necessário construir mais do que 30 pisos, é necessário incorporar núcleos verticais que solidifiquem a construção em altura.

Seguidamente, enumeram-se as principais soluções estruturais usados em edifícios em altura:

- Estrutura tipo montante;
- Estrutura tipo pórtico;
- Estrutura tipo tubo.

ESTRUTURA TIPO MONTANTE

Esta solução foi considerada por Mies Van der Rohe, a “solução tecnológica por excelência”. Foi desenvolvida segundo o princípio da industrialização de standardização. Esta estrutura é caracterizada por uma grelha reticulada, regular, de elementos metálicos, sobre a qual se fixam montantes verticais, geralmente perfis tipo H, que servem de base para a marcação dos vãos. Na maioria dos casos, quer os montantes, quer a grelha reticulada, participam no trabalho mecânico da estrutura.

Mies Van der Rohe utilizou este processo construtivo diversas vezes, na década de 50, nos edifícios de grandes dimensões que projetou, nomeadamente o *Chicago Federal Center*, que se apresenta na figura 2.12, cuja estrutura, prumos e revestimento são de aço.

Este processo construtivo apresenta uma vantagem significativa que é, a libertação da forma em relação à planta rectangular, como se pode ver na figura 2.13, através do exemplo do edifício *Lake Point Tower*, em Chicago, projetado pelos colaboradores de Mies, George Schipporeit e John Heinrich.



Fonte: Wikipdia.org



Fonte: aviewoncities.com

Figura 2.12 – Chicago Federal Center Building, Chicago Figura 2.13 – Lake Point Tower, Chicago

ESTRUTURA TIPO PÓRTICO

Neste processo construtivo, o processo inverte-se comparando com estruturas tipo montante. A estrutura portante passa para o exterior, tornando-se visível e ganhando importância formal, passando os montantes para o interior. É o conceito de arquitetura estrutural.

É importante lembrar que estas estruturas são vocacionadas para edifícios até 30 pisos. Independentemente de eventuais reforços na estrutura, através do acrescento de núcleos de acesso rígidos, indispensáveis se se estiver a projetar para zonas sísmicas, porque o conforto do edifício diminui, uma vez que os utilizadores sentem demasiado as ações do vento e o oscilar do edifício

Em função dos materiais, podem ser considerados dois tipos:

a) Estrutura tipo pórtico de aço

Apesar do objetivo deste processo ser expor a estrutura, o aço carece de proteção contra o fogo, o que obriga ao uso de um revestimento para estrutura. Na maioria dos edifícios que usam este processo construtivo, a estrutura encontra-se revestida, ainda que muitas vezes o revestimento simule a estrutura.

No *Chicago Civic Center*, que se apresenta na figura 2.14, projetado pelo atelier SOM (Skidmore, Owings & Merrill), utilizou-se aço corten, que não necessita de qualquer acabamento.



Fonte: som.com



Fonte: connectingthewindycity.com

Figura 2.14 – *Chicago Civic Center*, Chicago

b) Estrutura tipo pórtico de betão

A exposição da estrutura no exterior do edifício, que inicialmente era feita em aço, começou depressa a ser feita noutros materiais, sobretudo por causa da sua baixa

resistência ao fogo. Segundo esse ponto de vista, o betão torna-se uma boa alternativa. Na maioria dos casos, as estruturas são na realidade compósitas, ou seja, os perfis de aço são envolvidos em betão armado, aproveitando o seu bom desempenho face à compressão e face à sua capacidade de proteção contra o fogo.

No entanto, o betão apresenta um problema relacionado com a produção, que reside na dificuldade de controlo no acabamento final de cor e textura, por isso é raro ser usado sem ser pintado ou revestido por chapas metálicas ou de pedra, de forma a qualificar o aspeto exterior do edifício.

Um exemplo deste tipo de solução, é o *Marina City*, que se apresenta na figura 2.15, construído em Chicago, em 1964, no qual a plasticidade formal permitida pelo betão ficou bem expressa.



Fonte: Wikipdia.org

Figura 2.15 – *Marina City*, Chicago

ESTRUTURA TIPO TUBO

A necessidade de se construírem edifícios cada vez mais altos, levou na década de 1960, à conceção de um novo processo construtivo que reunia montantes e pórticos – o

tubo. Os fundamentos teóricos deste processo foram desenvolvidos em 1953, por Myron Goldsmith (1918-1996), na sua tese de mestrado no IIT (Illinois Institute of Technology), orientada por Mies Van der Rohe, “Edifícios Altos: o Efeito da Escala”.

O tubo estrutural resume-se a um tubo autoportante como uma chaminé, que resiste por intermédio de esforços axiais nas paredes exteriores, ao contrário do que acontece na estrutura tipo pórtico, que resiste às ações horizontais, por intermédio de momentos fletores em cada um dos seus elementos estruturais. Por este motivo, o espaçamento entre pilares tem de ser razoavelmente mais pequeno, na ordem dos 3 metros, medida compatível com o modelo de escritório tipo da época. Por outro lado, a malha de pilares interiores pode ser aliviada e mais espaçada, uma vez que as ações são menores. Este novo processo construtivo, assim que foi aplicado, permitiu duplicar a altura dos edifícios. Este novo processo, marca o início de uma época dourada da construção em Chicago, liderada pelos projetistas do atelier SOM: Bruce Graham (1925-2010), Myron Goldsmith (1918-1996) e Fazler Khan (1929-1982).

Em função dos materiais podem ser considerados dois tipos:

a) Tubo de betão

Neste sistema estrutural, as vigas e os pilares, têm de estar rigidamente ligados, de forma a criar um diafragma no perímetro do edifício. Por outro lado, no interior do edifício, as ligações não têm de ser rígidas, porque as ações horizontais são menores. Segundo este princípio, as estruturas compósitas tornam-se uma opção viável, porque se tira partido do melhor dos dois materiais. Outras vantagens do uso de betão no exterior e metal no interior incluem, a diminuição do tempo de obra e a redução de custos.

O desenvolvimento deste modelo levou à pré-fabricação de elementos de betão para uso na estrutura exterior, e mais tarde ao desenvolvimento do conceito de tubo exterior, a fachada, e de um tubo interior, um núcleo rígido. Este conceito foi utilizado pela SOM, em 1968, no projeto do *One Shell Plaza*, que se apresenta na figura 2.16 – um edifício com 50 pisos, na época o mais alto edifício do mundo em betão.

O *One Shell Plaza*, em Houston, também projetado pelo atelier SOM, encontra-se numa zona de solos pobres e pouco densos, o que levou ao uso de betão leve em todo o edifício. Ambos os tubos, núcleo e fachada, erguem-se das fundações até ao 50º piso. Os quatro primeiros pisos constituem o embasamento e os demais são escritórios. As paredes do núcleo têm 0,6 metros de espessura na base e 0,25 metros no topo. O vão livre, do núcleo às fachadas, é de 9,14 metros. Os pavimentos são construídos segundo vigamentos num sentido, do centro para a periferia, com 0,6 metros de alma, sobre os quais assenta

uma lâmina de betão de 0,088 metros. Nos cantos foram usadas lajes fungiformes, armadas em dois sentidos, o que provocou o aumento da profundidade dos pilares de forma a compensar o peso próprio da laje. No segundo piso, existe uma estrutura de transferência, que permite o aumento do número de vãos no piso térreo.



Fonte: worldarchitecturemap.org



Fonte: princeton.edu

Figura 2.16 – *One Shell Plaza*, Houston

b) Tubo metálico

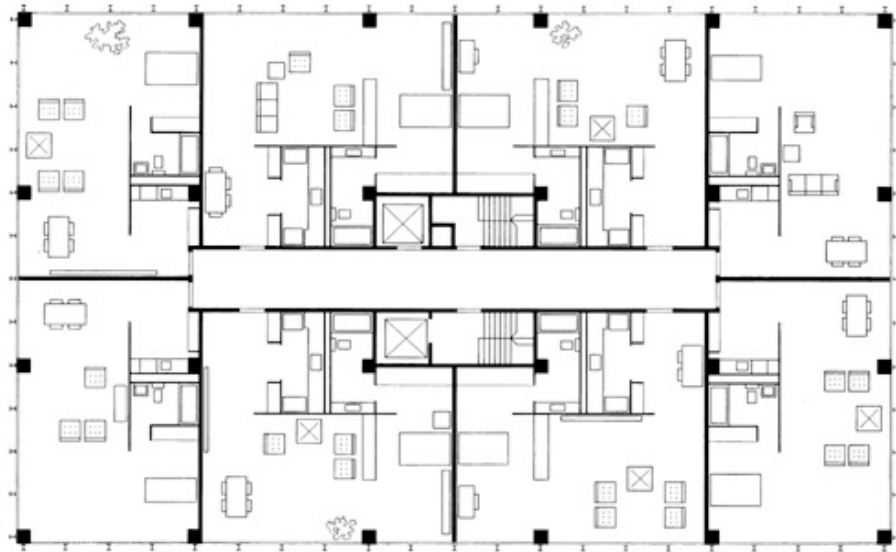
Este modelo utiliza exatamente o mesmo princípio do tubo de betão. Existem bons exemplos de edifícios que usam este sistema, como a *Sears Towers*, em Chicago, projetadas em 1973 pela SOM.

Nas *Sears Towers*, apresentadas na figura 2.11, oito tubos com diferentes alturas, acompanham o nono tubo que é o núcleo rígido da estrutura. Esta escolha produziu um sistema estrutural mais eficaz, capaz de satisfazer as necessidades estruturais.

ESTRUTURA ESCORADA

Este sistema socorre-se de escoras, com vãos de 1,5 m, que se assemelham a montantes. As escoras apenas suportam as forças verticais que atuam no edifício, enquanto as forças horizontais são suportadas por um núcleo rígido. Esta solução foi sobretudo utilizada em edifícios de habitação, uma vez que o módulo com pequenos vãos se ajusta perfeitamente à necessidade de compartimentação, como se apresenta na figura 2.9 e 2.17, no edifício *Lake Shore Drive*. Outra vantagem que advém do uso de pequenos vãos, é a

possibilidade de utilizar lajes maciças fungiformes, o que permite reduzir o pé-direito de cada piso e a altura do edifício.



Fonte: archdaily.com

Figura 2.17 – Planta do edifício *Lake Shore Drive*

Sistema de Núcleo - Tirante

Como já foi referido, nos pisos térreos destes edifícios, existe muitas vezes a necessidade de construir espaços amplos, flexíveis e livres. Este requisito determina a diminuição de elementos estruturais, principalmente pilares, nessas cotas.

Apesar do modelo tradicional de suspensão, que se apoia num núcleo rígido central, conseguir na maioria dos casos dar resposta aos requisitos estruturais, existe outro modelo ainda mais eficiente no que diz respeito à redução das ações horizontais, que utiliza um duplo elemento estrutural, um imediatamente acima do piso térreo e outro no cimo do edifício. Ambos os pisos, são considerados pisos técnicos, onde se encontram áreas técnicas para AVAC, elevadores, entre outros. De forma a aumentar a resistência às ações horizontais, os tirantes podem ser pré-esforçados.

Este sistema evoluiu para os uso de um modelo composto (duplo), de *coretes* estruturais, como acontece no *Sabah Foundation Building*, que se apresenta na figura 2.18.



Fonte: sabahtourism.com



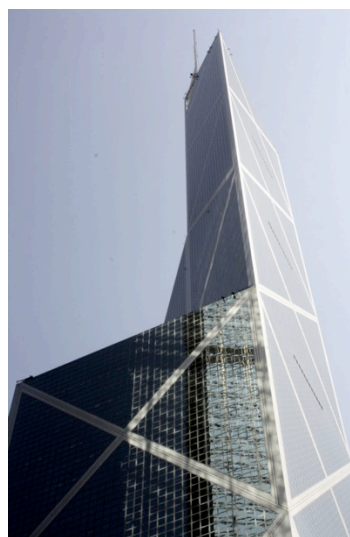
Fonte: wikipedia.com

Figura 2.18 – *Sabah Foundation Building*, Kota Kinabalu

TRELIÇA TRIDIMENSIONAL

Este sistema estrutural distribui todos os esforços para os elementos da treliça, que dissipam as cargas verticais e horizontais do topo do edifício até ao nível das fundações.

Um bom exemplo deste sistema é utilizado pelo arquiteto I Mei Pei, no *Bank of China Building*, em Hong Kong, que se apresenta na figura seguinte.



Fonte: archdaily.com

Figura 2.19 – *Bank of China Building*, Hong Kong

2.5. Avaliação de estruturas

Neste capítulo resumem-se as principais vantagens e desvantagens associadas aos diferentes tipos de estruturas utilizadas na construção de edifícios em altura incluindo:

- Estruturas metálicas;
- Estruturas de betão;
- Estruturas mistas e compósitas.

Estruturas metálicas

As estruturas metálicas são uma opção de excelência para construir edifícios em altura. O desenvolvimento dos processos de fundição, a obtenção de aços mais resistentes, a rapidez de montagem e a possibilidade de pré-fabricação, justificam a sua extensão utilização. O seu comportamento perante forças de tração é melhor do que perante forças de compressão, por isso muitas vezes são usadas em simultâneo com outros materiais mais resistentes às forças de compressão, como o betão.

A principal fragilidade destas estruturas reside na baixa resistência ao fogo, e o problema acentua-se porque, precisamente à medida que os aços se tornam mais resistentes, tornam-se também mais vulneráveis ao fogo.

Outras vantagens do aço incluem, a facilidade de transporte, o manuseamento e a aplicação. É comum nestas obras alguns conjuntos de peças chegarem à obra já montados, e depois simplesmente içados, colocados e fixados – geralmente aparafusados.

Este processo de construção é mais barato, rápido e fácil de montar do que seria uma estrutura em betão, que exige que se icem cofragens, fazer as cofragens, içar o betão, betonar e descofrar.

Na tabela 2.1 resumem-se as principais vantagens e desvantagens associadas ao uso de estruturas metálicas, que incluem:

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> • Pré-fabricado, moldado/cortado em oficina; • Boa relação resistência/seção; • Rapidez de construção; • Flexibilidade às alterações; • Redução dos trabalhos <i>in-situ</i>; • Pequenos desperdícios; • Facilidade de manutenção e reutilização noutras situações. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensibilidade à vibração; • Vulnerabilidade ao fogo; • Vulnerabilidade à corrosão; • Pequena vida útil;

Tabela 2.1 – Principais vantagens e desvantagens associadas ao uso de estruturas metálicas

ESTRUTURAS DE BETÃO

O desejo de se construir edifícios em altura, permitiu igualmente o desenvolvimento dos processos de fabrico do betão, que trouxe novas misturas de cimentos ultraresistentes, menos suscetíveis à fendilhação e aos fenómenos de retração. Contudo, se por um lado, o comportamento destas estruturas é eficaz face as ações verticais, o mesmo não se pode dizer face às ações horizontais, já que as lajes de betão não constituem elementos de contraventamento suficientemente resistentes.

Uma das componentes mais importantes deste processo é a betonagem, que é feita em altura, *in-situ*. Geralmente, é feita com uma grua que içe um contentor com betão pronto que ou é vertido diretamente para a cofragem, ou então para uma banheira de betonagem, sendo depois projetado por uma lançadora colocada no topo da estrutura já construída e que vai sendo elevada à medida que o edifício cresce.

No entanto, existem alternativas a esse processo, como o que foi utilizado na Torre Sears, em Chicago, onde se desenvolveu um elevador tipo betoneira, que misturava betão enquanto subia. Outro processo semelhante consiste em usar elevadores que içam as betoneiras até aos pisos a betonar. Em alternativa, pode-se bombear o betão diretamente a partir do solo, mas este método, só pode ser utilizado até alturas de 300 metros..

Na tabela 2.2 resumem-se as principais vantagens e desvantagens associadas à utilização de estruturas de betão, que incluem:

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> • Em zonas não sísmicas, apresenta bom comportamento face as ações dos ventos laterais; • Menor balanço e movimento perceptível; • Alta capacidade de resistência à compressão. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tempo de construção; • Secções dos elementos estruturais; • Dificuldade de aplicação em altura; • Desperdício material;

Tabela 2.2 – Principais vantagens e desvantagens associadas à utilização de estruturas de betão

ESTRUTURAS MISTAS E COMPÓSITAS

Este sistema tem por objetivo otimizar a vantagem de cada um dos vários materiais, nomeadamente:

- Betão – moldável, produzido *in-situ*, não exige mão-de-obra muito qualificada, plasticidade, boa resistência à compressão, resistência ao fogo, capaz de proteger elementos estruturais contra corrosão e fogo, durabilidade;
- Aço – pré-fabricado, moldado montado em oficina, boa relação resistência secção, boa resistência à tração, flexibilidade face alterações, redução de trabalhos *in-situ*.

Por estes motivos, as estruturas mistas são hoje as mais aplicadas a edifícios em altura. São maioritariamente compostas por:

- Núcleo rígido composto – feitos com betão armado a envolver perfis metálicos, betonados de forma rápida por meio de uma cofragem deslizante;
- Sistema periférico estrutural – composto por vigas e pilares compósitos;
- Sistema de vigas secundárias – metálicas, isoladas por painéis ligeiros com entregas nos núcleos e na periferia;

- Lajes – compostas por cofragem perdida colaborante comprimida por uma lâmina de betão leve, ligeiramente armada, devido aos problemas de fendilhação e contraventamento.

Este sistema conjuga a rapidez de montagem, com a proteção ao fogo necessária. Apresenta soluções mecânicas bastante boas, maior vida útil, e esbelteza dos elementos, uma vez que, quer as lajes, quer as vigas, mantêm espessuras muito reduzidas e os elementos compósitos, pilares e vigas periféricas, são apenas ligeiramente aumentados.

Romano (2004) defende que existe uma grande vantagem no uso de alturas entre pavimentos, na ordem entre 3 – 4 metros. Esta distanciamento é recomendado para que não haja desperdício de materiais e dinheiro nas fachadas, e para que o pé direito de cada piso ronde os 2,65 metros. Deste modo sobra volume para tetos e chãos falsos, que são elementos que podem ser otimizados para que o desperdício de altura, da caixa de ar, do chão/teto, seja minimizado.

3. Obras de referência

Neste capítulo apresentam-se três edifícios, considerados emblemáticos relativamente ao tema em estudo, “A estrutura enquanto elemento da linguagem arquitectónica”:

- Sears Towers, Chicago, EUA - SOM (Skidmore, Owins and Merrill);
- CCTV, Pequim, China – OMA (Office for Metropolitan Architecture);
- Commerzbank, Frankfurt, Alemanha – Foster & Partners.

3.1 SEARS TOWERS, CHICAGO, EUA



Fonte: wikipedia.com



Fonte: tallestskyscrapers.info

Figura 3.1 – *Sears Tower*, Chicago

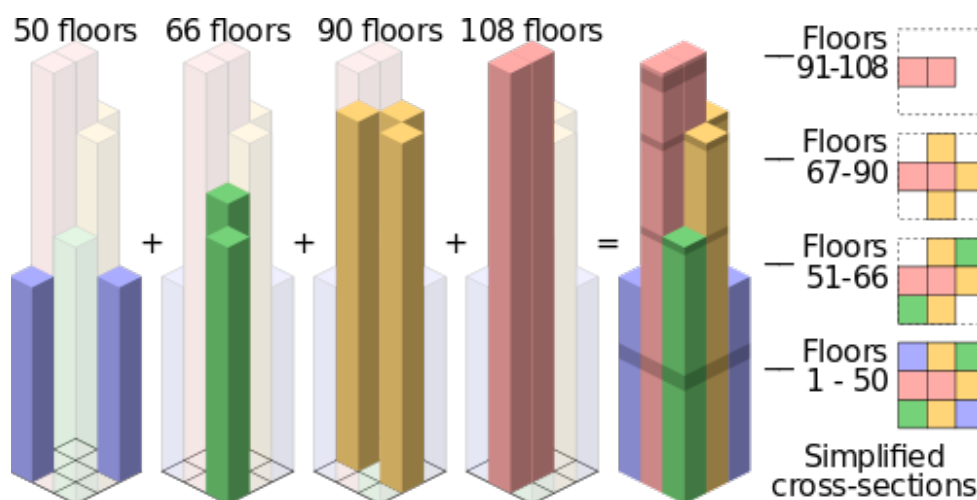
A autoria deste projeto pertence ao atelier SOM (Skidmore, Owins and Merrill), e foi concluído em 1974. Este edifício, que se apresenta na figura 3.1, tem cerca de 440 metros de altura, 109 pisos, e apresenta uma estrutura mista de núcleo central rígido e uma estrutura periférica tipo tubo.

O edifício segue uma tipologia modular, que se reflete na sua planta, que é constituída por uma grelha de 9 quadrados, 3 x 3, cada um deles com 22,6 metros de lado, o que faz com que a

área de implantação seja um prisma quadrangular com 68,6 metros de lado. Até ao 50º piso, estes nove prismas quadrangulares têm a mesma altura, e daí até ao topo cada quadrado atinge uma cota diferente, conferindo uma forma mais dinâmica ao edifício.

Os três primeiros pisos do edifício, que constituem o embasamento, apresentam paredes de betão com 0,75 metros de espessura, que estão rigidamente ligadas às lajes de pavimento que suportam.

Como se pode observar na figura 3.2, ao atingir o 50º piso, a planta do edifício, que anteriormente era composta por 9 quadrados, passa a ser composta por 7, depois por 5, a partir 66º piso, por 3 até ao 90º, e por ultimo por 2 até ao topo do edifício. Cada um destes módulos, funciona quase de forma independente, sendo cada um envolvido por uma malha de perfis de aço, pilares e vigas, com secção de 1,06 metros e 1 metro respetivamente. Os pilares principais da estrutura, os que se situam no cruzamento das malhas dos módulos, têm almas que variam entre 0,6 metros x 0,1 metros, na base, e 0,6 metros x 0,019 metros, no topo. As vigas variam entre 0,25 metros x 0,025 metros e 0,4 metros x 0,069 metros.



Fonte: wikipedia.com

Figura 3.2 – Esquema de altimetrias do edifício *Sears Tower*

Nos pisos 33º, 66º e 90º são usadas treliças, com alturas que variam entre 2 ou 4 pisos, que constituem o diafragma exterior do edifício, estabilizando-o face às ações horizontais, mas que também distribuem cargas verticais concentradas nos membros dos troços superiores que recuam.

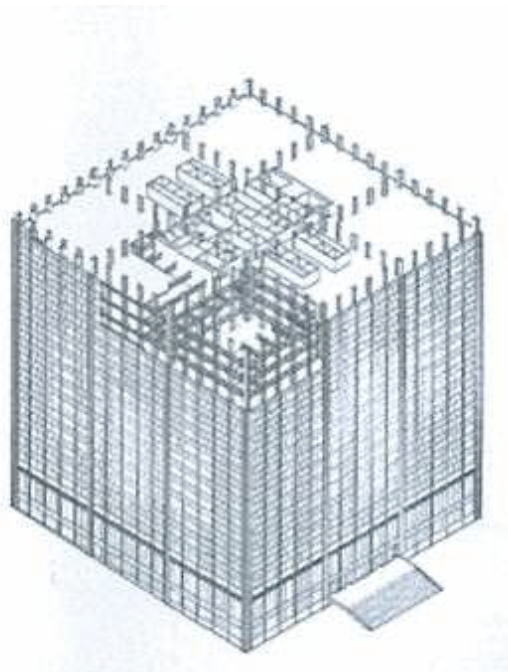
As lajes de pavimento assentam sobre vigas treliçadas, de 1,02 metros de secção e 4,57 metros de comprimento, sendo constituída por uma cofragem perdida, tipo colaborante, e uma

lâmina de compressão de betão leve. Os vigamentos do pavimento são feitos de forma perpendicular, de módulo para módulo, de forma a harmonizar as cargas nos apoios e aumentar a resistência às cargas horizontais. O uso de vigas treliçadas permite a passagem de condutas técnicas, enquanto toda a cablagem passa por baixo da cofragem das lajes colaborantes.

Face as ações horizontais produzidas pelo vento, o edifício comporta-se como um tubo encastrado no chão. Os contraventamentos horizontais, quer em cada piso quer nas estruturas de transferência, as treliças, dissipam as cargas horizontais atuantes.

Os elementos metálicos periféricos foram transportados para os estaleiro da obra previamente montados, em módulos de duas alturas e meio vão de comprimento. Foram então soldados, ao eixo das vigas e a meio-piso dos pilares. Na construção deste edifício foram utilizadas cerca de 70 000 toneladas de aço.

Na figura 3.3 apresenta-se uma perspetiva construtiva do edifício *Sears Towers*, e na figura 3.4 uma fotografia tirada durante a construção do edifício.



Fonte: Romano (2004)

Figura 3.3 – Perspetiva construtiva do edifício *Sears Tower*



Fonte: chuckmancollectionvolume10.blogspot.pt

Figura 3.4 – Fotografia tirada durante a construção do edifício *Sears Tower*, em 1974

3.2 CCTV, PEQUIM, CHINA



Fonte: A+U – CCTV by OMA

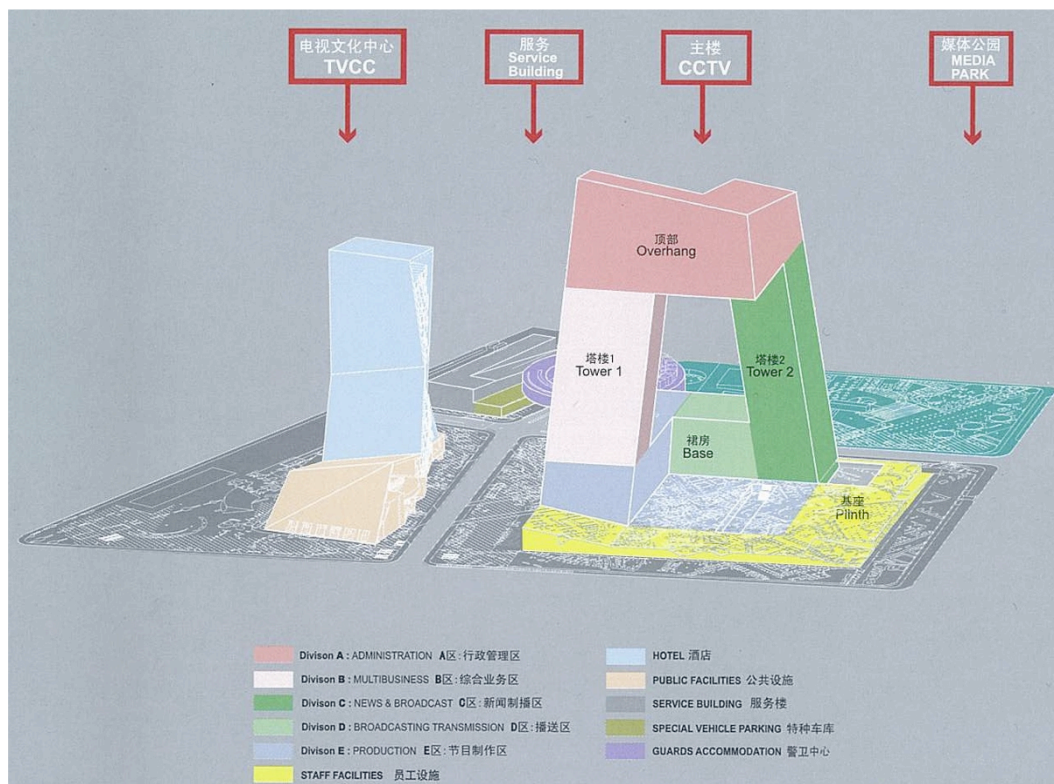
Figura 3.5 – CCTV Building, Pequim

Este edifício, que se apresenta na figura 3.5, faz parte de uma obra, cujo conjunto é composto por três edifícios, projetados pelo atelier OMA (Office of Metropolitan Architecture), e foi concluído em 2012. Este edifício tem cerca de 230m, 52 pisos, e apresenta uma estrutura mista de dois núcleos rígidos, situados nas duas torres, e uma estrutura periférica, composta por pilares, vigas e uma malha não uniforme de diagonais.

O lote, de 575 000 m², foi dividido em três partes: produção televisiva, serviços públicos, e serviços de apoio. Cada uma destas três partes, deu origem a um edifício, cada um com a sua lógica: o CCTV, o TVCC, e o Service Building.

No caso do CCTV, que constitui o caso de estudo para este trabalho, o edifício congrega zonas administrativas, zonas de produção e transmissão televisiva, e um percurso público.

O edifício pode ser dividido em quatro partes diferentes: a base, onde se encontram os espaços de produção e de transmissão televisiva, a torre 1, onde se encontram espaços multiusos e escritórios, a torre 2, destinada à produção de informação e noticiários, e a consola suspensa, onde se encontram os escritórios administrativos, como se apresenta na figura 3.6.



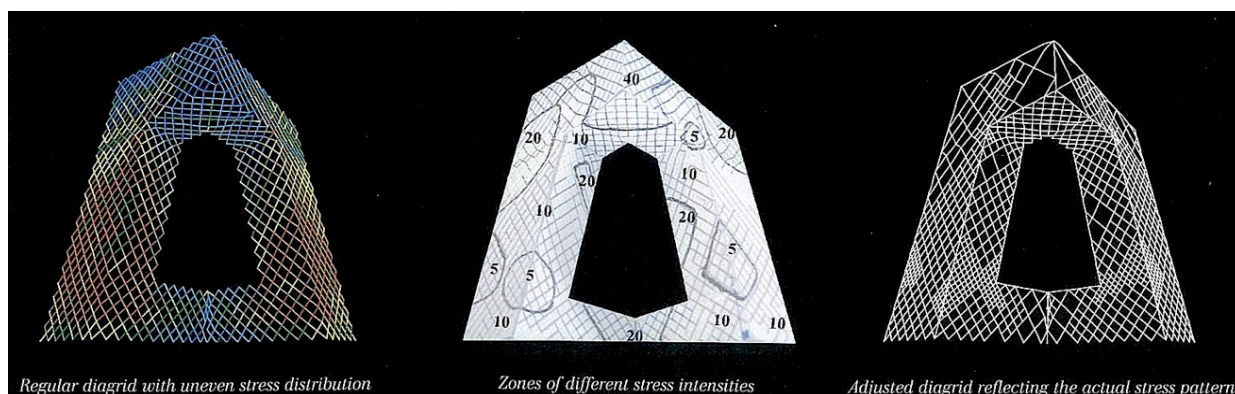
Fonte: A+U – CCTV by OMA

Figura 3.6– Organigrama do edifício CCTV, em Pequim

A estrutura primária do edifício consiste numa superfície triangulada, que envolve todo o edifício, e que funciona como as estruturas tipo tubo, que garante qualidades estruturais como rigidez, robustez, redundância e capacidade de torsão. Deste modo, um conjunto de diagonais, cria triangulações em todas as fachadas e coberturas, distribuindo e dispersando as cargas atuantes no edifício. Devido à complexidade formal do edifício, existem áreas mais sujeitas a esforços do que outras, por isso, algumas zonas têm de estabelecer ligações mais rígidas. Desta forma, e para garantir que todos os elementos individuais suportam cargas parecidas entre si, nas zonas sujeitas a maiores esforços a grelha de diagonais torna-se mais densa, e por consequência, nas zonas de menos esforços, torna-se menos densa, como se pode observar na figura 3.7. O resultado, é uma malha irregular de diagonais, com perfis metálicos de diferentes dimensões e com diferentes espaçamentos entre si, que são o reflexo das cargas que atuam no edifício, sejam cargas constantes decorrentes do uso diário do edifício até terremotos de grande intensidade.

A fachada do edifício é a extensão conceptual da estrutura primária que se torna visível até ao exterior. A grelha de diagonais, rasga a superfície de vidro que envolve o edifício, que de outra forma seria homogênea, criando losangos, aparentemente independentes e de diferentes escalas, em torno de todo o edifício.

Cada losango, atua como elemento único de rigidez na estrutura, refletindo para o exterior a estrutura tipo tubo. Os movimentos da estrutura nas juntas, quer na malha de diagonais, quer nos pisos que funcionam como diafragma, são relativamente pequenos. Numa construção tradicional de fachada de vidro, tipo cortina, com suporte direto em cada laje, os diferentes movimentos entre lajes que atuam como diafragma, e lajes que não atuam como diafragma, obrigam ao desenho de juntas bastante grandes. Neste edifício, os eventuais movimentos estruturais, são absorvidos pela estrutura primária do edifício, libertando a fachada de vidro desse esforço. Este sistema usa pequenas juntas entre os vidros, dentro de cada losango, deixando as juntas maiores para a área de contacto entre o vidro e os perfis de aço, permitindo a oscilação da estrutura sem quebrar os vidros.



Fonte: A+U – CCTV by OMA

Figura 3.7 – Esquema da concepção da fachada do edifício CCTV, consoante os esforços a que está sujeito

Os vidros utilizados, permitem um elevado nível de conforto no interior do edifício, no que diz respeito ao isolamento térmico e luminoso, contudo permite ter uma grande visibilidade para o exterior e a presença de bastante luz natural no interior. Os vidros, para além de serem laminados e terem isolamentos térmicos, contêm uma camada fina de metal, que forma uma malha no interior do vidro, que atuam como pequenas venezianas ou *brises*. Esta tecnologia aplicada aos vidros permite adquirir altos padrões de isolamento e controlo de luz, sem se fazer uso de vidros espelhados ou coloridos. Este sistema também é vantajoso no controlo de entrada de luz natural e na redução do ofuscamento por reflexo da luz nos pavimentos. Contudo, se por um lado todo o exterior é visível a partir do interior do edifício, quando se está no exterior e se olha para o edifício, é quase impercetível o que se passa no seu interior.

Na construção deste edifício foram utilizadas cerca de 100 000 toneladas de aço, 55% do total foi usado na construção do estrutura tipo tubo, 20% nas lajes, 16% nos núcleos de elevadores e pilares internos e 7% nas treliças.

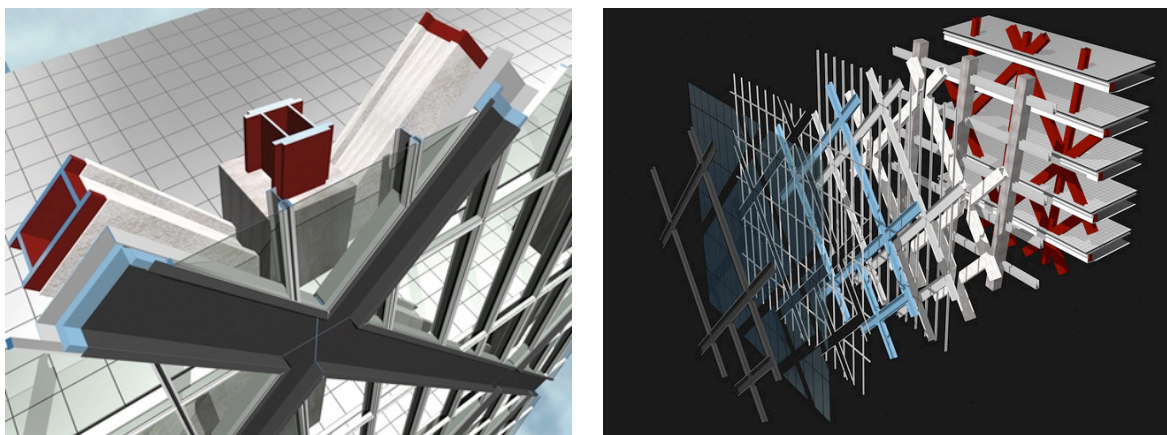
Estrutura tipo tubo

A estrutura tipo tubo é composta por pilares, vigas, e pela malha de diagonais, que formam a estrutura primária do edifício. As lajes atuam como elementos que conferem ainda mais rigidez à estrutura primária, como se pode observar na figura 3.8.

A grelha composta por diagonais tem a função primária de suportar as forças de gravidade, presentes no dia-a-dia do edifício e também em caso de sismo. Constitui um elemento fundamental da estrutura, e é constituída por perfis de aço soldados, de secção quadrada, cuja espessura varia entre 0,035 metros e 0,1 metros.

Em segundo lugar da hierarquia da estrutura vêm os pilares. Os pilares têm um papel fundamental na redução do peso da estrutura e também na flexibilidade da mesma, constituindo caminhos contínuos de dissipação de forças horizontais, nas torres. Os pilares são perfis de aço com secção em “H”, uns reforçados com betão, outros não, e a espessura varia também entre os 0,035 metros e 0,1 metros.

As vigas de perímetro, que atuam como diafragmas da estruturas e suportam as cargas de cada piso, também atuam como elementos de triangulação do tubo, sobretudo na consola que está suspensa do topo do edifício. Estes elementos são os que apresentam secções mais pequenas, entre os vários elementos que constituem a estrutura tipo tubo.



Fonte: A+U – CCTV by OMA

Figura 3.8 – Esquema perspectivado do funcionamento da estrutura do edifício CCTV

Estrutura interna

A estrutura interna do edifício funciona através de uma malha reticulada de pilares e vigas, de forma a ser mais fácil organizar o programa, fechar os núcleos de elevadores, entre outros. Quando os pilares da estrutura interior se aproximam da fachadas, são introduzidas treliças, que fazem a transferência de cargas das fachadas para a estrutura interior, como se pode observar na figura 3.9.

Os pisos da consola suspensa, têm uma malha reticulada de pilares, que são suportados por treliças com dois pisos de altura (piso 37 e 38). Os vãos entre estas treliças e estrutura exterior, conferem uma espacialidade tipo *space-frame* no interior destes pisos.



Fonte: wikipedia.org

Figura 3.9 – Fotografia do edifício CCTV, ainda em construção, na qual são visíveis os diversos elementos estruturais que constituem o edifício

Fundações

Cada uma das torres assenta sobre uma base de 100 metros x 100 metros x 7,5 metros de betão reforçado, que se agarra ao terreno por intermédio de estacas com 0,52 metros de profundidade, 1,2 metros de diâmetro e distanciadas entre si por 5 metros. As bases sobre as quais as torres assentam funcionam como contrapeso, fazendo com que o edifício não ceda à torção e com que não levante do chão.

3.3 COMMERZBANK, FRANKFURT, ALEMANHA



Fonte: wikipedia.org



Fonte: openbuilding.com

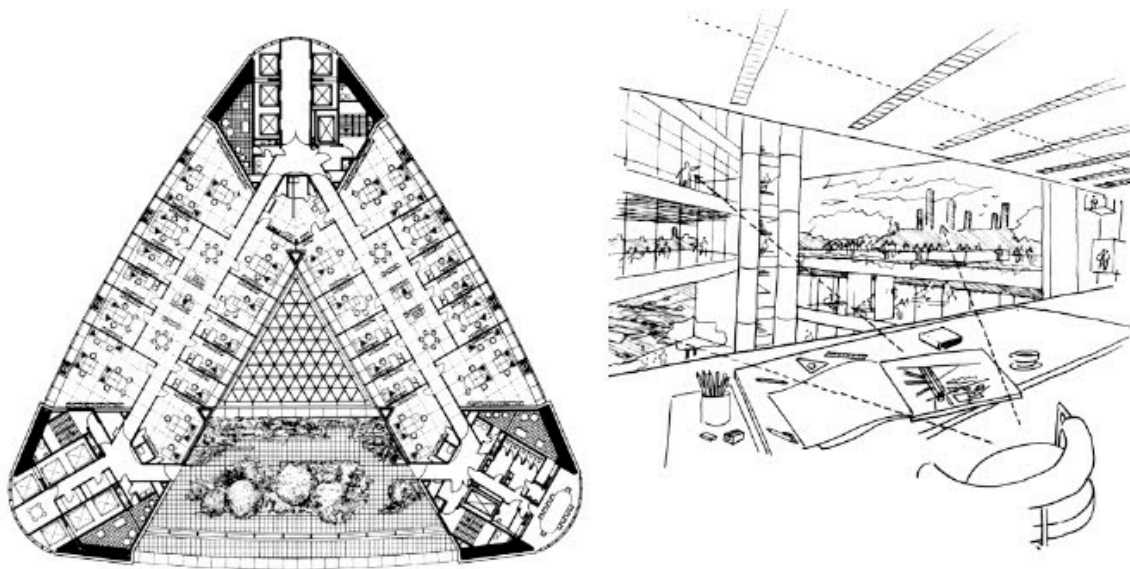
Figura 3.10 – *Commerzbank Tower*, em Frankfurt

Este edifício, que se apresenta na figura 3.10, foi projetado pelo atelier Norman Foster & Partners, tendo sido completado em 1997. Tem cerca de 260 metros, 60 pisos, e apresenta uma estrutura metálica e composta.

A planta de implantação deste edifício consiste num triângulo de vértices e arestas arredondadas, que criam 3 zonas espaciais distintas, dispostas em torno de um átrio central vazado. Em todos os pisos deste edifício, dois lados do triângulo são ocupados com escritórios e o terceiro é ocupado com um jardim ou um vazio.

As áreas ajardinadas têm quatro pisos de altura e dispõem-se em torno do edifício segundo uma helicoidal que o acompanha em altura. Desta forma obtêm-se benefícios como: maiores entradas de luz natural, vistas diferentes, melhores trocas térmicas e ventilação natural. Este conceito permite que simultaneamente cada posto de trabalho possa ter vista até ao horizonte, criando uma relação direta com o território envolvente, como se pode observar na figura 3.11.

Pelo facto de o cliente ser uma instituição alemã, as questões relacionadas com o respeito ambiental foram levadas em grande consideração, sobretudo no que diz respeito à eficiência energética. Por este motivo todo o edifício foi desenvolvido em torno de questões como a luz solar, o calor e a ventilação, que foram todas relacionadas com o átrio vazado central e os jardins que lhe são adjacentes.



Fonte: architectureyp.blogspot.com

Figura 3.11 – Planta tipo e esquema de vistas do edifício *Commerzbank*

Estrutura

A estrutura do edifício é constituída por um sistema tipo tubo, vazado no centro. Neste caso, as ações verticais atuam sobretudo sobre elementos estruturais que se encontram no perímetro do edifício. Esta forma adotada é bastante eficaz face à ação das forças horizontais, mais do que a solução de um núcleo central com lajes de consola, uma vez que o braço estrutural é maior. A grande dificuldade encontrada reside no fato desse braço ser interrompido, nomeadamente pelos vãos que constituem os jardins, que não têm quaisquer pilares e têm 4 pisos de altura. Para atingir um equilíbrio estrutural os jardins organizam-se na vertical, segundo uma espiral, nas três fachadas. A cada quatro pisos o pavimento é contínuo nos três lados do triângulo, o que permite a criação de diafragmas de compressão que funcionam na totalidade do perímetro do edifício.

De forma a poder libertar os jardins de pilares, as cargas verticais atuantes têm de ser distribuídas para os cantos do triângulo. Assim, a estrutura do edifício consiste em dois elementos estruturais fundamentais: as colunas de canto e as estruturas de aço, tipo ponte, com 8 pisos e vãos que se projetam para o interior, os jardins, e para o exterior do edifício. Estruturas tipo ponte, são fundamentais face as ações horizontais atuantes e simultaneamente suportam as lajes de pavimento.

O uso de treliças foi rejeitado em prol do uso de uma estrutura reticulada ortogonal de perfis verticais e horizontais, igualmente capaz de suportar todos os esforços, e que não impõe obstáculos à vista de cada escritório.

Estrutura metálica reticulada

Os elementos verticais da estrutura foram posicionados e dimensionados de acordo com condicionantes como as cargas de piso, as ações dos ventos, pelo desejo do arquiteto em manter a aparente simplicidade estrutural, e pela malha estrutural do edifício que tem um espaçamento de 1,5m. Para resistir às ações dos ventos, o mais lógico seria distribuí-los segundo uma malha reticulada com espaçamentos iguais nos diversos pisos. No entanto, para resistir melhor às ações verticais, esses elementos situam-se junto aos cantos do triângulo e têm secções maiores. A solução final consiste num conjunto composto por elementos verticais, situados mais próximos dos cantos, mas que no entanto mantêm a malha estrutural de 1,5 metros. Os membros horizontais medem 0,475 metros x 1,1 metros, com 0,065 metros de parede, enquanto os verticais têm 0,085 metros de parede.

Colunas de canto

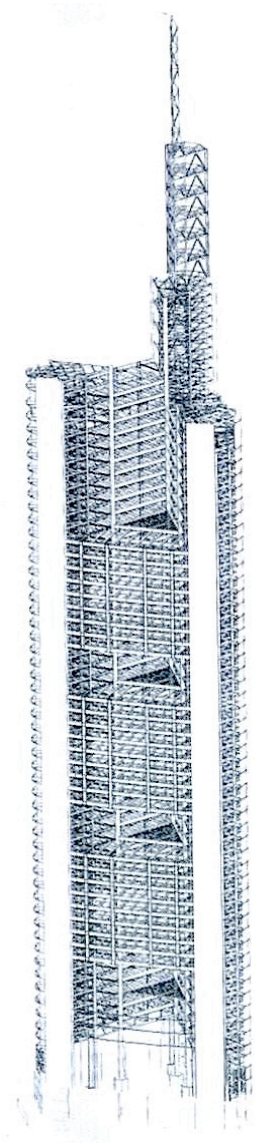
Existem 6 colunas principais, duas por cada canto, medindo em planta 7,5 metros x 1,2 metros. São constituídas por dois perfis de aço apurados, com secção em “H”, unidos por vigas metálicas que fazem o contraventamento, sendo revestidos e encastrados em betão armado. Esta combinação garante uma solução fácil de construir, leve e eficaz. A ligação da estrutura metálica às colunas é fácil e permite reduzir o tempo de obra, quando comparada a uma obra toda construída em betão. Por outro lado, o betão que envolve os perfis constitui uma boa proteção contra o fogo e a corrosão dos metais, e, simultaneamente, funciona também como dissipador da vibração dos metais produzida pelo vento.

Para completar a estrutura tipo tubo, existem estruturas metálicas que ligam as colunas através das caixas de elevadores. Ao contrário do que acontece na maioria dos edifícios em

altura, em que os elementos estruturais vão diminuindo a secção à medida que o edifício cresce, neste caso a secção é sempre a mesma uma vez que a estrutura repete módulos de oito pisos ao longo da altura de todo o edifício. Este conceito deu um grande contributo para a standardização e diminuição do numero de peças diferentes. Quanto às colunas de canto, os perfis de aço e as peças de betão, mantêm as mesmas dimensões da base ao topo do edifício, mas as armaduras de betão vão diminuindo à medida que a altura do edifício aumenta. Todo este conjunto de fatores permitiu reduzir bastante a complexidade de fabrico e a construção da obra.

Sintetizando, a estrutura tipo tubo que garante a estabilidade do edifício, é constituída pelas colunas, pela estrutura metálica reticulada e pelos contraventamentos feitos entre colunas.

Na figura seguinte, apresenta-se uma perspectiva construtiva do edifício *Commerzbank*.



Fonte: Romano (2007)

Figura 3.12 – Perspectiva construtiva do edifício *Commerzbank*

Estrutura Interior

No interior do edifício, existe uma outra estrutura, em segundo lugar na hierarquia de importância estrutural, que define o átrio triangular e suporta as arestas interiores das lajes de pavimento. Três colunas compósitas, com a mesma altura que o edifício, com 1,4 metros de lado, localizam-se nos cantos do triângulo interior, conectadas em todos os pisos por intermédio de vigas com 18 metros de comprimento.

Lajes

As lajes de pavimento assentam em vigas metálicas secundárias com 0,56 metros de alma e 15,65 metros de comprimento, afastadas 3 metros entre si e dispostas perpendicularmente à fachada. As lajes são compósitas e assentam sobre uma chapa metálica – cofragem perdida – que está sobreposta às vigas secundárias e que recebe uma lâmina de compressão de 0,13 metros de betão armado.

Como o betão confere grande estabilidade à estrutura metálica, por causa do seu peso, a betonagem dos pisos foi feita em paralelo com a montagem das estruturas metálicas, com cerca de 5 pisos de intervalo. A ligação entre a estrutura metálica e as lajes de betão é feita por intermédio de conectores que tornam sólido todo o sistema estrutural.

Por forma a facilitar a passagem de cablagem, águas e AVAC, as vigas são perfuradas e diminuem de altura junto às entregas. Desta forma a distância entre lajes de pavimento é minimizada e mantém-se nos 3,75 metros em todos os pisos. Este sistema apresenta ainda vantagem de ser leve e rápido de construir, uma vez que não é necessário remover as cofragens das lajes. As vigas que constituem os pisos são revestidas por placas de fibra de 0,02 metros que lhes conferem proteção contra o fogo.

Estudos efetuados pelos projetistas demonstraram que se em vez de ser utilizada uma estrutura reticulada de aço, se tivesse usado uma estrutura de betão, cada viga teria 2 metros de alma e só 40% da fachada ficaria livre, contra os atuais 65%.

4 Caso Prático – Objetivos

Esta dissertação tem por objetivo estudar a estrutura enquanto elemento da linguagem arquitetónica.

Para a prossecução deste objetivo desenvolveu-se um caso prático de um edifício em altura, um hotel, localizado no concelho de Óbidos, na freguesia de Sobral da Lagoa, numa pedreira atualmente desativada, que permitiu aplicar alguns dos conceitos e das soluções estruturais citadas e apresentadas nos capítulos dois e três.

5. Caso Prático – desenvolvimento

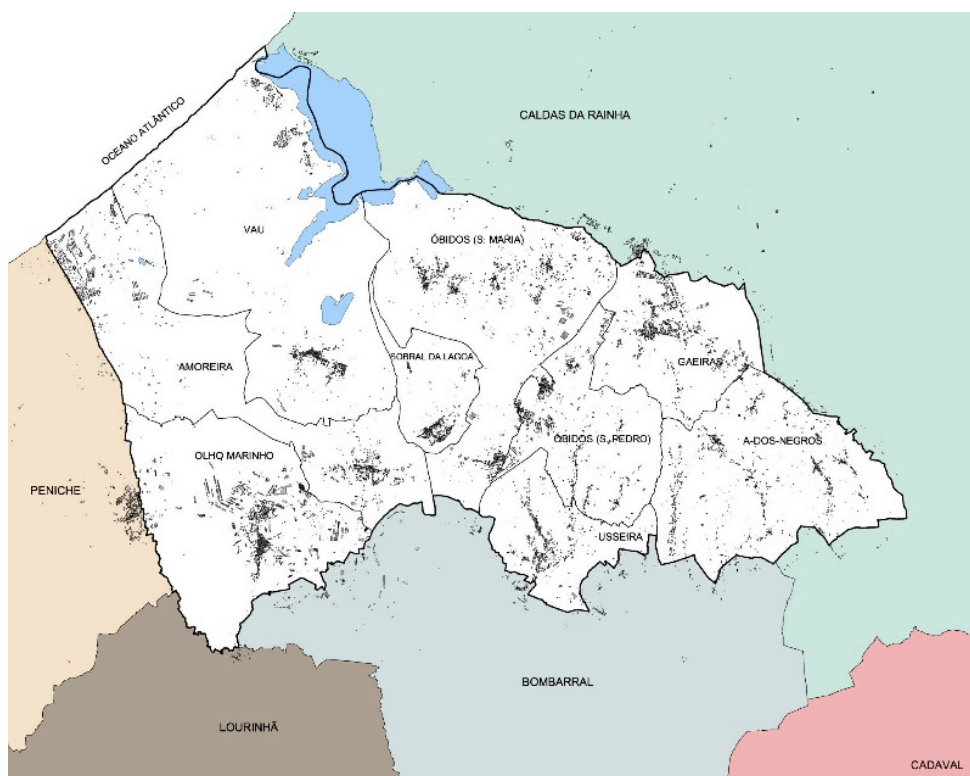
5.1 Análise do lugar

5.1.1 Enquadramento geográfico

O concelho de Óbidos situa-se na Região Centro e na sub-região do Oeste, distrito de Leiria, a norte da Área Metropolitana de Lisboa, e pertence à NUTS de nível II – Centro. De acordo com os Censos de 2011, realizados pelo Instituto Nacional de Estatística, tem uma população residente de 11.772 habitantes.

O município é limitado a nordeste e a este pelo município das Caldas da Rainha, a sul pelo Bombarral, a sudoeste pela Lourinhã, a oeste por Peniche e a noroeste pelo Oceano Atlântico, como se observa na figura 5.1. Desde 1914 este concelho tem nove freguesias, que são: A-dos-Negros, Amoreira, Gaeiras, Olho Marinho, Santa Maria, São Pedro, Usseira, Vau e Sobral da Lagoa, onde se situa este projeto.

A área do concelho é de cerca de 142 Km², e apresenta uma paisagem variada, caracterizada pelos vales e relevo ondulado, por vezes acentuado, espaços rurais, marcados pela agricultura, e a pela Lagoa de Óbidos, onde sempre se praticou a pesca.

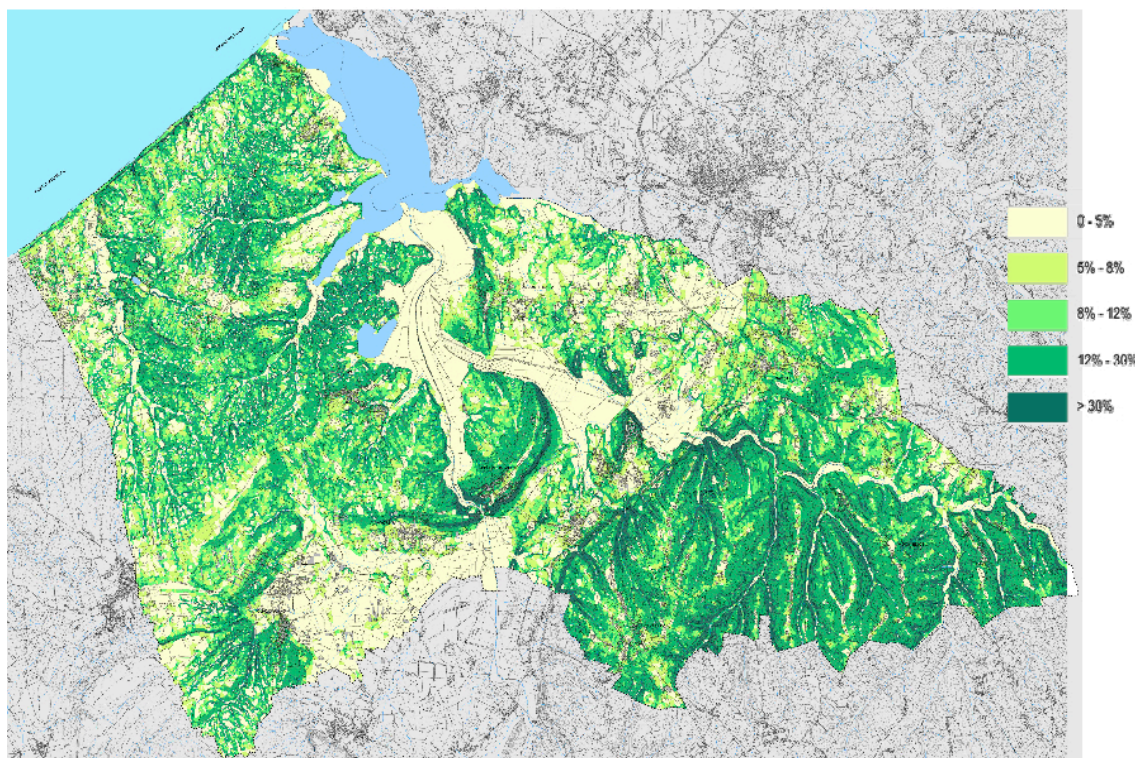


Fonte: CMO, Revisão do Plano Diretor Municipal, 2010

Figura 5.1 – Enquadramento geográfico do Concelho de Óbidos

A região do Oeste apresenta um clima predominantemente marítimo, com amplitudes térmicas suaves e nevoeiros frequentes na zona litoral. Segundo a classificação de Thornwaite, o clima é mesotérico, sub-húmido seco na faixa litoral, sub-húmido seco na faixa litoral, sub-húmido no interior, passando a pouco húmido nas zonas sul e nascente.

Como já foi referido o território apresenta um terreno com variações acidentadas da topografia, que definem tipologias e características morfológicas e dinâmicas distintas. Para o âmbito deste trabalho, é de realçar o facto de na freguesia de Sobral da Lagoa existirem declives superiores a 30%, numa área que se estende até à freguesia de Amoreira, como se pode observar na figura 5.2.



Fonte: CMO, Revisão do Plano Diretor Municipal, 2010

Figura 5.2 - Cartograma de declives de Concelho de Óbidos

É de salientar o facto de neste concelho existirem 23 pedreiras, 19 das quais estão ativas. Das substâncias extraídas destacam-se os gessos e os calcários, mas ocorre também extração de argilas, areias comuns e saibros, como se pode observar na tabela 5.1.

Pedreiras ativas no Concelho de Óbidos

Nome	Substâncias	Freguesia
Vale Benfeito	Areias comuns	Amoreira
Casal do Moinho n.º 2	Saibros	Amoreira
Quinta das Janelas n.º 2	Gessos	S. Pedro
Avarela n.º 2	Gessos	Santa Maria
Casal do Moinho Velho	Saibros	Amoreira
Casal dos Braçais	Areias e Saibros	Amoreira
Sobral da Lagoa	Calcários	Sobral da Lagoa
Casais do Rio	Argilas	Vau
Vale de Água n.º 2	Argilas	Amoreira
Torres n.º 2	Gessos	S. Pedro
Charabais n.º 2	Calcários	S. Pedro
Casal do Pinhal Manso	Gessos	S. Pedro e Santa Maria
Casal da Perdição	Gessos	S. Pedro e Santa Maria
Pereiral	Calcários	Amoreira
Ponte de Aboboriz n.º 1	Calcários	Sobral da Lagoa
Ponte de Aboboriz	Calcários	Sobral da Lagoa
Algarias	Gessos	S. Pedro
Quinta das Janelas	Gessos	S. Pedro
Avarela	Gessos	S. Pedro

Fonte: INETI – Instituto de Engenharia, Tecnologia e Inovação

Tabela 5.1 - Pedreiras ativas no Concelho de Óbidos

Óbidos insere-se na região do país que apresenta maior diversidade de recursos explorados. Os calcários, usados para fins industriais e ornamentais, as argilas e as areias representam 90% do valor global de produção da região. O calcário é maioritariamente encaminhado para as indústrias da construção, e para o fabrico de cimento e de químicos. Contudo, a grande maioria do calcário desta região, que é de origem sedimentar, é ornamental.

5.1.2 Enquadramento histórico

A presença humana na atual zona geográfica em que se situa o concelho de Óbidos remonta ao Neolítico. Prova disso são a gruta da Furninha (Peniche), as grutas do Vale do Roto, na Columbeira, e da Cova da Moura, nas Cesaredas.

A formação da povoação é por vezes atribuída aos Celtas, por volta de 380 A.C. Contudo, a investigação arqueológica tem dificuldade em corroborar essa conjectura. A teoria que hoje em dia aponta com maior unanimidade para a origem da povoação, está relacionada com o étimo da palavra Óbidos, como *oppidum*, que significa terra fortificada. Assim, pressupõe-se a existência de uma povoação de origem luso-romana, fortificada, situada no cimo da elevação onde ainda hoje se encontra a Vila de Óbidos. O que resta visível nos dias de hoje da fortificação mais antiga da povoação - a Cerca Velha – pensa-se que terá sido construída de raiz na altura da ocupação muçulmana, que terminou em 1148, quando D. Afonso Henriques conquistou o castelo ao rei muçulmano. Devido à posição estratégica da cidade, localizada entre Lisboa e Leiria, D. Afonso Henriques tomou desde logo medidas para garantir e aumentar a sua segurança.

O crescimento demográfico da vila durante a Idade Média acompanha a construção de três novas igrejas e o alargamento da envoltura das muralhas até à Torre do Facho. O crescimento demográfico estendeu-se além das muralhas, no Arrabalde do Vale, a Este da povoação, onde se fixaram as primeiras atividades artesanais da vila, motivadas pelas boas condições do terreno e da proximidade à estrada que ligava Óbidos a Alcobaça e a Torres Vedras.

Contudo se se fizer a comparação entre a dimensão da cidade e a dimensão do termo em que se inseria verifica-se que era significativamente pequena. Na Idade Média o termo de Óbidos, existente desde 1513, era bastante grande, a Norte acabava no rio Salir, a Este no rio Maior, a Oeste na serra de Montejunto e a Sul no termo de Torres Vedras.

Contudo, o vasto termo de Óbidos começou a diminuir, ainda no reinado de D. Afonso Henriques, por motivo da criação do couto de Alcobaça que rapidamente cresceu e ocupou algumas povoações obidenses. Os limites desta região só ficariam definidos quando, no século XV, a rainha D. Leonor, a donatária da Vila, solicita ao rei que sejam demarcadas as fronteiras entre Óbidos e Alcobaça.

DO TERMO DE ÓBIDOS AO SÉCULO XX

Em 1371, no reinado de D. Fernando, é criada a Vila do Peral e em 1488, no reinado de D. João II, é fundado um couto nas antigas Caldas de Óbidos que no reinado seguinte se assume como concelho e que, lentamente, passará a integrar algumas das vilas de Óbidos.

Em 1895, foi criado o concelho do Cadaval e em 1914 o concelho do Bombarral, que finalizaram o ciclo de marcação dos limites do concelho de Óbidos até aos dias de hoje, reduzindo Óbidos de cerca de trinta e sete freguesias a nove freguesias.

Na fase inicial da formação, a principal preocupação era povoar ou colonizar esta área densamente florestada e quase deserta. Contudo esse problema manteve-se durante alguns séculos e são consecutivos os pedidos no concelho das Cortes, ainda persistentes no século XVII, no sentido do rei tomar medidas que atraíam pessoas para a região.

Numa segunda fase, foram criados concelhos como Peral, no reinado de D. Fernando, e Caldas da Rainha, no reinado de D. Manuel, como resposta à necessidade de reduzir a autoridade dos concelhos, que passou logicamente por diminuir os limites dos concelhos.

Finalmente, a criação dos concelhos de Cadaval e Bombarral coincide com o começo do período de declínio do concelho de Óbidos, que ocorreu a partir do século XIX. A criação do concelho de Cadaval é resultado de uma reforma administrativa que cria novos concelhos, e mais uma vez reduz poderes a outros, e o mesmo se passou com o concelho do Bombarral.

Por sua vez, a subsistência do concelho sempre esteve relacionada com a sua grande dimensão porque, por um lado tem grandes áreas florestais, que fomentam a agricultura e a criação de gado e porque, por outro, tem a lagoa, que também é bastante relevante para a região por causa da pesca. A pesca era de tal modo importante, por causa dos impostos cobrados sobre o pescado, que os pescadores desta região estavam isentos de serviço militar até ao século XIX. Em resumo, o concelho foi perdendo com o decorrer dos séculos a capacidade de ser sustentável porque foi perdendo área essencial para a prática das principais atividades económicas.

Até ao século XIX, o termo de Óbidos era densamente florestado mas as matas pertenciam na sua grande maioria a monarcas, que nomeavam responsáveis para as vigiar, de modo a impedir as populações de as usarem para quaisquer usos. Só na segunda metade do século XIX é que essas matas foram divididas e assim começaram a ser cultivadas.

Contudo, a agricultura assume-se como principal motor económico do termo, produzindo-se vinho, árvores de pomar, diversos cereais, leguminosas e algumas hortícolas. Apesar de se produzirem cereais, esses são insuficientes para alimentar a população do termo, e pode ter sido um factor fundamental para o êxodo da região.

As atividades transformadoras nunca tiveram grande relevância na região, até ao século XIX. Óbidos representa uma exceção, desde o início, até ao processo de industrialização e de modernização do território. Mesmo após a Revolução Industrial e o advento do caminho-de-ferro, que poderiam ter provocado o desenvolvimento industrial da região, esse desenvolvimento fixou-se, somente, na zona das Caldas das Rainha.

A partir do século XVI, o concelho perde grande parte da sua importância. Por um lado, Óbidos perde prestígio geográfico para ceder terreno à vila de Caldas da Rainha. De facto esta vila, protegida da rainha D. Leonor, pelo seu hospital e por outras obras de manufacto régio começa a prevalecer sobre todas as outras da região.

Por outro lado, no século XVII, Óbidos perde relevância defensiva face à localização estratégica de Peniche e do seu Forte marítimo, o que retira a Óbidos a função de sentinela face a ataques inimigos vindos do mar.

O maior declínio do concelho ocorreu contudo, na altura da revolução liberal e a *posteriori*, durante a guerra civil entre absolutistas e liberais.

No caso da revolução liberal, o concelho assumiu uma posição de oposição. O período pós-revolução terá sido de extrema dificuldade para a região. Também a guerra civil teve repercussões na região, que tinha muitos apoiantes de D. Miguel que, tal como os franceses, espalharam morte e destruição. A própria vereação tomou o partido de D. Miguel e ordenou a prisão de simpatizantes de D. Maria II tendo sido apreendido os seus bens.

Em 1834, duas medidas tomadas pelas cortes tiveram uma grande repercussão em Óbidos, uma foi a nacionalização dos bens pertencentes a ordens religiosas e a extinção de conventos e colegiadas, o que pôs fim à Igreja em Óbidos. A segunda medida foi a extinção da Casa das Rainhas, a que Óbidos pertencia desde o século XIII. Esta segunda medida teve grandes efeitos no concelho. As rainhas mandaram erguer inúmeras obras públicas e ajudaram ao longo dos séculos a proteger e a desenvolver a região, que após esta fase de instabilidade foi, segundo os moradores, deixada ao abandono pelo poder central.

Nas primeiras décadas do século XX começaram a ser tomadas algumas medidas para inverter o panorama e cativar interesse do público nesta região, como em 1910, classificar o castelo e o pelourinho como monumentos nacionais. Em 1928 a vila de Óbidos é

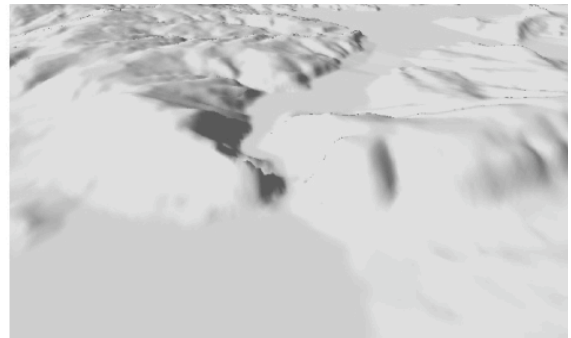
classificada como estância turística, também com o intuito de cativar o olhar do público, e é dado início a um processo de recuperação do património, assim como a criação das primeiras unidades museológicas.

O concelho volta-se para o turismo com o passar dos anos e, a partir de 1950, é dado início a um processo de reabilitação quer na muralha, quer nas casas devolutas da vila de Óbidos, o que transforma o cenário da vila mostrando sinais de vontade de progresso. O aproveitamento económico do concelho fez-se sobretudo com base no seu património histórico arquitectónico, artístico e paisagístico. De facto, em 1980, começam a ser desenvolvidas atividades culturais e públicas, como exposições e concertos, com o intuito de estimular residentes e turistas para a região. São também criadas estruturas de apoio, em edifícios restaurados, como bibliotecas e auditórios.

5.1.3 Sobral da Lagoa (Arquitetura + pontos notáveis)

Sobral da Lagoa encontra-se no cimo de uma elevação com uma altura de cerca de 100 metros de diferença relativamente às várzeas. Os primeiros habitantes desta povoação, essencialmente agricultores, começaram por ocupar o início da encosta com orientação dominante a Noroeste. Os seis moinhos de vento, que se encontravam no cimo desta vila marcavam o cume deste morro que estrangula o rio Arnóia.

O Sobral da Lagoa situa-se num sítio paisagístico privilegiado, localizado no cimo de um morro com encostas abruptas, onde no topo existem vistas muito amplas em todas as direções, como se pode observar através da figura 5.3. Contudo as encostas abruptas impedem a expansão da vila na direção Sudeste e Oeste e dificultam o acesso da rede viária.



Fonte: Estudo da Paisagem de Óbidos, Universidade de Évora, 2008

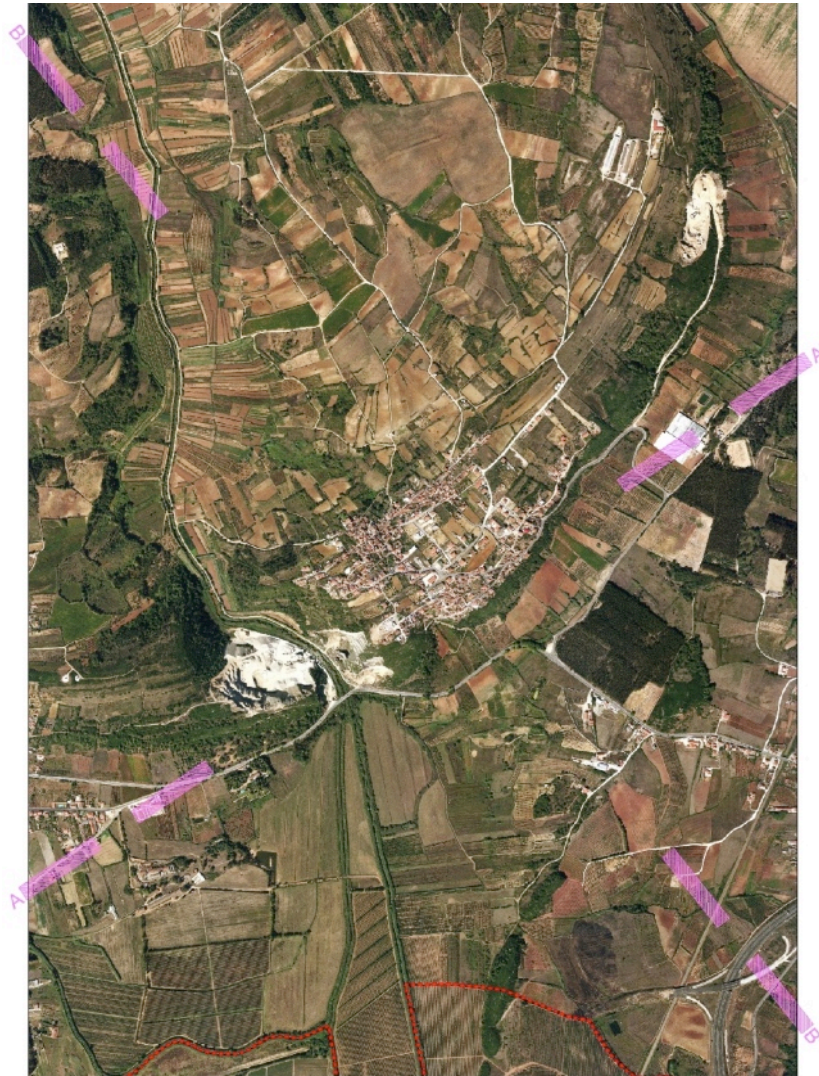
Figura 5.3 - Imagem tridimensional gerada por computador, representando a vista sobre o “estrangulamento” do vale do Rio Arnóia

A expansão urbana de Sobral da Lagoa entre os anos 40 e 70, no século XX, verificou-se em torno do edificado mais antigo. Contudo, expandiu-se sobretudo para sudeste, ocupando o lugar mais favorável do morro que está protegido contra os ventos dominantes nesta zona. Essa ocupação levou à criação de um novo núcleo urbano, com dimensão quase equivalente ao núcleo original. Contudo este novo núcleo não se identifica com a agricultura.

Posteriormente, a partir de 1970, a evolução foi feita de modo disperso, em torno das vias de ligação da vila, predominantemente orientadas a Noroeste, como se pode observar na figura 5.6.

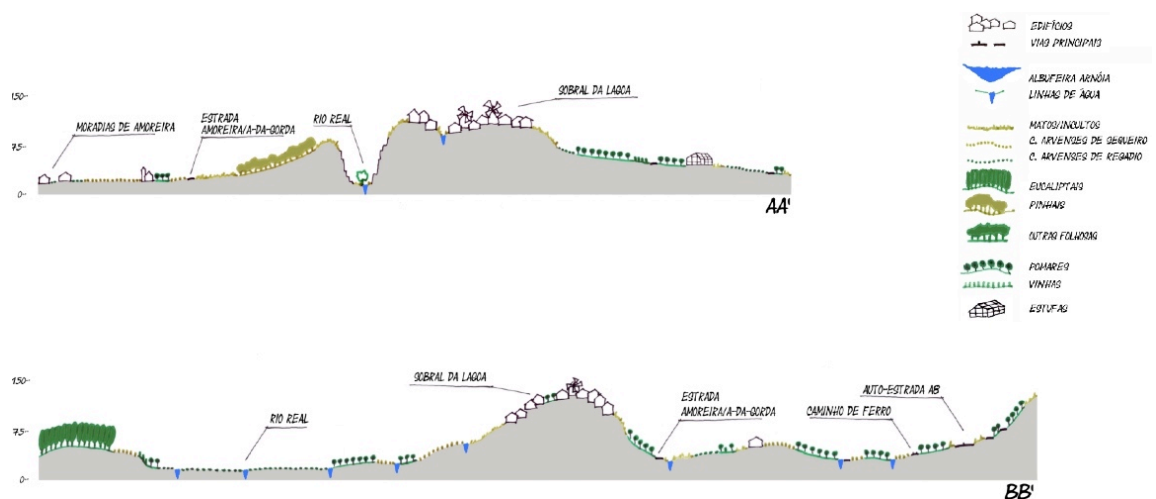
Outro motivo que marca o lugar é a pedreira calcária desativada situada a Sudoeste do morro. A extração de rocha nesta pedreira marcou claramente o terreno, deixando para trás uma parede calcária, com praticamente 100 metros de altura, e com uma área bastante extensa. Neste lugar os cortes produzidos pela maquinaria humana na rocha, que são perfeitamente visíveis, contrastam com a vegetação do morro que o cobre em toda a sua altura.

As figuras 5.4 e 5.5 representam respetivamente, um ortofotomapa e secções esquemáticas da freguesia de Sobral da Lagoa.



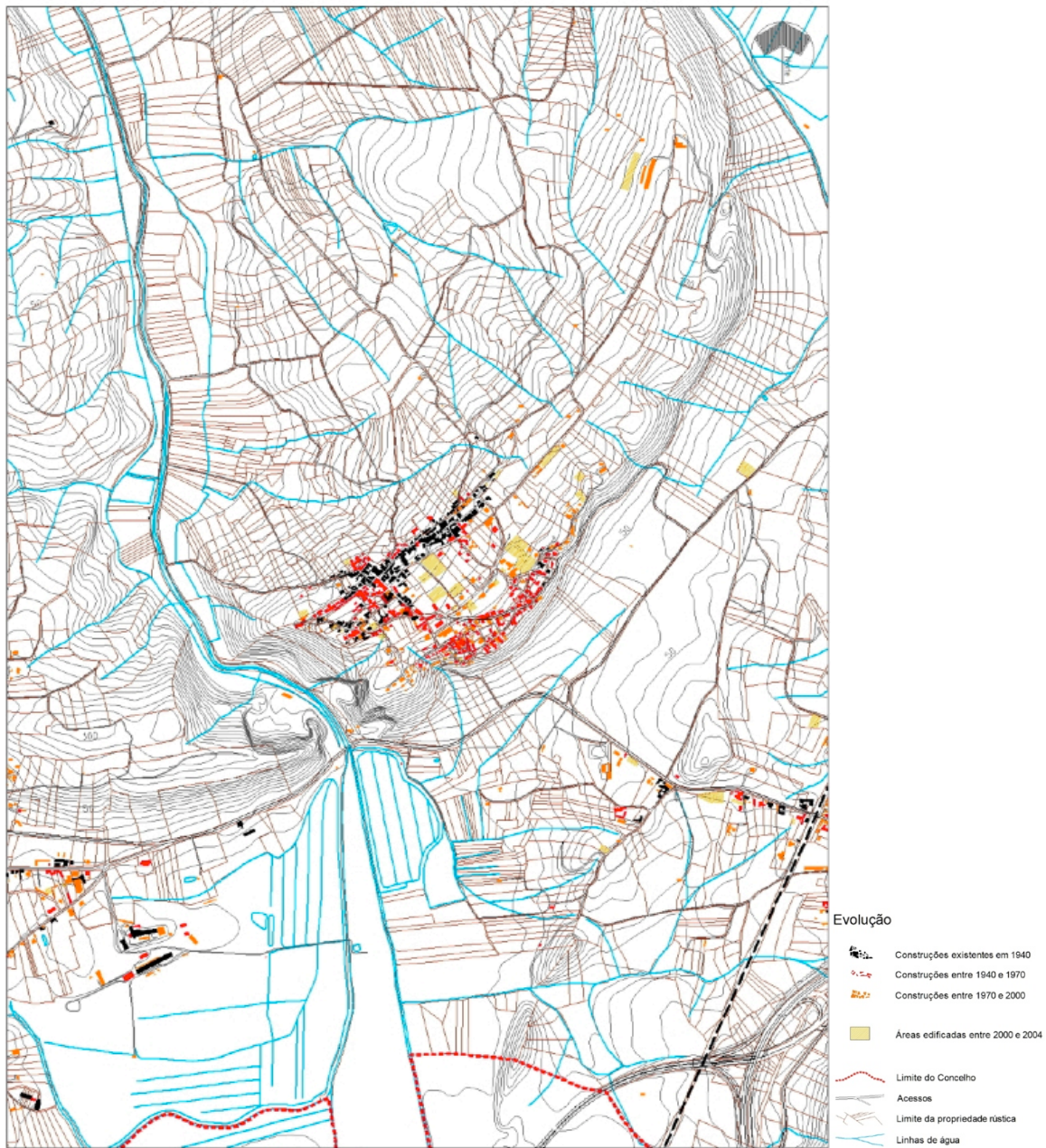
Fonte: Estudo da Paisagem de Óbidos, Universidade de Évora, 2008

Figura 5.4 - Ortofotomapa de Sobral da Lagoa (2004)



Fonte: Estudo da Paisagem de Óbidos, Universidade de Évora, 2008

Figura 5.5 – Secções esquemáticas da povoação de Sobral da Lagoa



Fonte: Carta de Portugal à escala 1:10 000(1997)

Figura 5.6 – Planta de evolução da área edificada

5.2 Enquadramento Conceptual

Pelo facto do edifício se inserir num ponto central do concelho, perto da vila de Óbidos e por se situar próximo da autoestrada A8, pensou-se que o edifício deveria ser alto, para que se destacasse, e que as suas linhas exteriores o tornassem interessantes por contrastarem com a construção e com a paisagem envolvente.

Como o sítio onde esta construção se insere é uma pedreira situada num monte com 100 metros de altura, o edifício tem a mesma altura que a elevação topográfica. Desta forma o edifício atinge os 100 metros de altura mas não surge isolado na paisagem, o monte acompanha-o.

Outro factor que se revelou fundamental para a escolha da forma do edifício foi a disposição do programa e a exclusividade de espaços que o hotel oferece. O hotel tem duas tipologias de quartos, as suítes com 40m², e os restantes quartos com 30m². As suítes foram dispostas de forma sobreposta, uma por piso, com vãos que proporcionam vistas amplas em várias direções, dando origem a um pilar com a mesma altura que o monte. Os restantes quartos foram agrupados lado a lado, dando origem a conjuntos de quartos e corredores de acesso com 100 metros de comprimento. Estes grandes corredores foram organizados em dois grupos de três pisos, denominadas vigas, que unem o pilar ao monte. As vigas têm orientações diferentes para que estes dois conjuntos de quartos tenham vistas diferentes, uma é paralela ao pilar e outra oblíqua. Seguindo a linha de raciocínio de L. Sullivan para a conceção de edifícios em altura, as áreas públicas e semi-públicas foram concentradas nas cotas inferiores do edifício, próximas da receção que fica perto da estrada EN114, que garante fácil acesso ao edifício. Desta forma constroem-se espaços públicos e semi-públicos de fácil utilização para todo o público, amplos e com grandes vãos. A área das piscinas encontra-se na cota mais baixa do edificado e surge como centro do embasamento, relacionando-se visualmente com a receção, com a esplanada do restaurante, com os escritórios, e com o spa e com a parede calcária da pedreira que se situa ao lado das piscinas. De forma a aumentar a relação do hotel com o terreno, com o monte, foram criados grandes planos de betão que ocultam os acessos e a área de embasamento do edifício. Desta forma, quando se faz a aproximação ao edifício não se vê a área edificada na sua base, sugerindo que o hotel se resume ao grande pilar e às duas vigas. Contudo, após subir as rampas de acesso ao hotel, percebe-se que a área construída na base da pedreira é relativamente grande e aí começa o percurso de descoberta do hotel, apontado de forma subtil por vãos e espaços iluminados que mostram ao público o caminho a percorrer para chegar desde o parque de estacionamento automóvel, a cada um dos espaços, sejam os quartos, o spa, a piscina, o bar ou o restaurante.

5.2.1 Enquadramento no lugar (Hotel + pedreira Desativada)

“Face ao peso reconhecido da atividade turística na economia e na dinâmica construtiva do concelho, bem como às orientações estratégicas definidas no PROT-OVT e que apontam para um reforço do papel de Óbidos no Sistema de Turismo, Cultura e Lazer da região, impõe-se uma caracterização específica deste sector no que respeita à atividade instalada e também à que se perspectiva para o curto e médio prazo.”

REVISÃO DO PLANO DIRECTOR MUNICIPAL, 2010

Na tabela 5.2, que apresenta a capacidade de alojamento na Região do Oeste, pode-se observar a relevância que o concelho de Óbidos tem, nesta região do país.

Capacidade de alojamento turístico na Região do Oeste (2006)

	EH	MCAT	TER	PC	PJ	CF	TOTAL
Alcobaca	569	216	55	1360	66	0	2266
Alenquer	65	0	33	232	0	0	330
Arruda dos Vinhos	22	0	21	0	0	0	43
Bombarral	126	0	12	0	0	0	138
Cadaval	88	0	10	24	0	0	122
Caldas da Rainha	998	0	70	1000	0	254	2322
Lourinhã	416	0	36	250	79	0	781
Nazaré	662	530	43	1610	0	0	2845
Óbidos	790	40	128	0	0	0	958
Peniche	603	452	157	3490	0	0	4702
Sobral de Monte Agraço	0	0	18	0	0	0	18
Torres Vedras	1278	0	36	1470	0	0	2784
Oeste	5617	1238	619	9436	145	254	17309

EH: Estabelecimento Hoteleiro; MCAT: Meios Complementares de Alojamento Turístico; TER: Turismo em Espaço Rural; PC: Parques de Campismo; PJ: Pousadas da Juventude; CF: Colónias de Férias

Fonte: CMO, Revisão do Plano Diretor Municipal, 2010

Tabela 5.2 – Capacidade de alojamento turístico na Região do Oeste (2006)

Relativamente à oferta de recursos turísticos da região é de salientar o produto Sol e Praia, bem como o produto MICE (*Meetings, Incentives, conferences, and exhibitions*), o golfe, que é uma atividade em crescimento na região, e a realização de eventos com o intuito

de atrair visitantes ao concelho, como a Feira de Chocolate, Festival de Ópera, *Christmas Village*, entre outros.

Contudo, este Concelho tem um número reduzido de serviços de hospedagem a oferecer a turistas e visitantes. Segundo os dados do Turismo de Portugal I.P., em 2009, o concelho de Óbidos possuía 800 camas turísticas, distribuídas por 17 empreendimentos, dos quais 9 são estabelecimentos hoteleiros, 1 apartamento turístico e 7 turismo rural, como se observa na tabela 5.3.

Alojamento turístico em funcionamento no Concelho de Óbidos (2010)

Designação	Classificação	Categoria	UA	Camas	Localização
Quinta da Torre	Agro-Turismo	-	6	12	Santa Maria
Pensão Martim de Freitas Residencial	Pensão	3ª cat.	6	12	Santa Maria
Pousada do Castelo	Pousada	-	9	18	Santa Maria
Casa do Relógio	Turismo de Habitação	-	6	12	Santa Maria
Casa do Poço	Turismo Rural	-	4	8	Santa Maria
Casa de S. Tiago do Castelo	Turismo Rural	-	6	12	Santa Maria
Albergaria Rainha Santa Isabel Residencial	Albergaria	-	20	40	S. Pedro
Albergaria Josefa d'Óbidos	Albergaria	-	37	74	S. Pedro
Apartamentos Turísticos de Fernando Henriques de Carvalho	Apartamento Turísticos	2 estrelas	1	10	S. Pedro
Casa de S. Rafael	Casa de campo	-	10	20	S. Pedro
Estalagem do Convento	Estalagem	4 estrelas	31	66	S. Pedro
Estalagem Casa das Senhoras Rainhas	Estalagem	4 estrelas	10	20	S. Pedro
Hotel Mansão da Torre	Hotel	3 estrelas	40	80	S. Pedro
Hotel Residencial Real d'Óbidos	Hotel	4 estrelas	17	34	S. Pedro
Casa do Rochedo	Turismo de Habitação	-	6	12	S. Pedro
Casa d'Óbidos	Turismo de Habitação	-	6	12	S. Pedro
Hotel Praia d'el Rey Marriott Golf & Beach Resort	Hotel	5 estrelas	179	358	Amoreira
TOTAL				800	

Fonte: Turismo de Portugal, I.P.

Tabela 5.3 – Alojamento turístico em funcionamento no Concelho de Óbidos em 2010

As perspetivas para atividades futuras, incluem 9 empreendimentos com aprovação de Turismo de Portugal I.P., que quase decuplicam a capacidade de alojamento turístico do concelho. Dois terços destes empreendimentos localizam-se na freguesia de Vau. Em 2010, estavam ainda aprovadas mais 4301 camas, sendo que apenas um quarto se referem a hotéis e as restantes a tipologias de aldeamentos turísticos ou conjuntos turísticos, como se observa na tabela 5.4.

Processos com parecer favorável sobre o projeto de arquitetura (2010)

Designação	Classificação	Categoria	UA	Camas	Localização
Bom Sucesso	Aldeamento Turístico	4 estrelas	s/i	s/i	Vau
Bom Sucesso, Design Resort, Leisure & Golf	Aldeamento Turístico	5 estrelas	601	2966	Vau
Hotel do Bom Sucesso	Hotel	5 estrelas	120	240	Vau
Quintas de Óbidos Country Club	Aldeamento Turístico	5 estrelas	159	950	Vau
Hotel Pinhal da Falésia	Hotel	5 estrelas	s/i	s/i	Vau
Conjunto Turístico Falésia d'el Rey	Conjunto Turístico	s/i	484	3030	Vau
Ocean Spray Marriott	Apartamentos Turísticos	5 estrelas	53	185	Amoreira
Hotel Rural Vila de Óbidos	Hotel Rural	-	40	80	Santa Maria
Hotel Rural	Hotel Rural	-	s/i	s/i	A-dos-Negros
TOTAL				7451	

Fonte: CMO, Revisão do Plano Diretor Municipal, 2010

Tabela 5.4 – Processos com parecer favorável sobre o projeto de arquitetura em 2010

Com base nesta falta de oferta de espaços hoteleiros, no concelho de Óbidos, e no objetivo expresso no Plano Diretor Municipal, de dinamizar a região com base no turismo, foi tomada a decisão de desenvolver um Hotel que pudesse dar resposta às duas questões.

Pelo facto de estar geograficamente situada perto do centro do concelho, a vila do Sobral da Lagoa, que se visualiza na figura 5.7, foi o sítio escolhido para a implantação deste edifício.

O morro onde esta vila se insere, com cerca de 100 metros de altura, é visível desde A8 e da EN 114 e apresenta uma grande importância paisagística, porque retrata o estrangulamento do rio Arnoia e pelas vistas amplas nas várias direções do concelho que proporciona.

Outro motivo que realça a escolha deste lugar é a pedreira calcária desativada situada a sudoeste do morro e que se apresenta na figura 5.8. A extração de rocha nesta pedreira marcou claramente o terreno, deixando para trás uma parede calcária, com praticamente 100 metros de altura, e com uma área bastante grande. Este lugar tem potencial para ser reabilitado e trazer ao Sobral da Lagoa algo novo, novas tipologias, novas formas, novos usos, novos contrastes, que interagem com a pedreira dinamizando e assinalando este morro no concelho de Óbidos.



Fonte: Google Maps

Figura 5.7 – Ortofotomapa da Freguesia de Sobral da Lagoa



Figura 5.8 – Fotografias da pedreira onde se insere o hotel

5.2.2 Memória descritiva

Como já referido, o objetivo da construção deste hotel é dar resposta a um dos problemas expressos no Plano Diretor Municipal que é a falta de camas onde turistas e visitantes possam pernoitar, e dessa forma ajudar a reforçar o papel do concelho de Óbidos no contexto do turismo nacional.

Com esse objetivo em mente, pensou-se num edifício que através das suas linhas formais se tornasse apelativo e despertasse o interesse de quem por ele passasse. Desta forma o hotel foi inserido junto a uma pedreira desativada, situada numa encosta com 100 metros de altura, o que permitia por si só construir um edifício com também 100 metros de altura sem que este tivesse um impacto demasiado grande sobre a paisagem rural predominante no concelho.

Quando se começou a analisar a freguesia de Sobral da Lagoa, a pedreira, e como é que o hotel iria interagir com a envolvente, o pensamento que surgiu foi o de assumir que se estava a trabalhar numa zona profundamente marcada e transformada pelo Homem. Seguindo essa linha de pensamento, o objetivo não se tornou esconder as paredes de rocha calcária da pedreira que agora estão à vista, mas trabalhar à sua volta deixando-as expostas.

A inspiração para a linguagem formal do edifício surgiu de variados fatores, uns relacionados com o local e outros com a própria arquitetura. Quando se chega ao local onde se encontra a pedreira são perceptíveis grandes contrastes a nível de matéria, cor e plasticidade de formas. O contraste entre matéria foi causado pelo Homem, que escavou para extrair rocha de uma das encostas do monte, onde agora apenas sobra o vestígio da atividade humana, que é uma parede de rocha calcária com praticamente 100 metros de altura, que contrasta com a vegetação envolvente. Em consequência nota-se a diferença de cor e de plasticidade entre os materiais, porque se por um lado a vegetação do monte cresce livremente, cobrindo-o de verde até ao cimo, na parede calcária notam-se os cortes da maquinaria que tornaram aquela encosta do monte praticamente vertical, cinzenta, fria e com uma forma que não é natural.

Deste modo, é possível concluir que apesar de estarmos a trabalhar numa área rural, o lugar onde a obra se insere, foi profundamente marcado pelo homem, e ao contrário do que geralmente acontece, o lugar foi marcado pelo Homem porque se subtraiu matéria em vez de se adicionar, isto é, em vez de se construir.

Assumindo o facto de que o lugar foi profundamente marcado pelo Homem, o objetivo foi fazer com que a obra desse continuidade a esse facto em vez de o amenizar. Por esse motivo o edifício surge com 100 metros de altura e com uma geometria sólida, que sugere tensão, composta por um pilar que tem a mesma altura que o monte e duas vigas, que agarram o pilar ao monte. Na figura 5.10 apresenta-se a planta de implantação do hotel.

De forma a enfatizar cada aresta e o peso deste edifício, sem que fosse utilizado um material estranho a este ambiente, foi utilizada a rocha calcária local como material de revestimento exterior do hotel.

Para além do pilar e das duas vigas que são elementos com um elevado peso visual e plástico, e que contêm os quartos do hotel, foi criada uma grande área na base do monte, destinada às áreas públicas do programa, mas que contudo se encontra dissimulada, para que quem se aproxime ao hotel apenas veja o pilar e as vigas, e quando chega ao hotel tenha de entrar para debaixo do monte para lhe aceder.

Desta forma, este edifício, um hotel de 110 quartos, 220 camas, pode ser dividido em quatro partes: o embasamento, a torre e as duas vigas, como se apresenta na figura 5.9.

O embasamento situa-se à cota 5 e contém as áreas públicas e semi-públicas do edifício, entre as quais: o parque de estacionamento automóvel, com capacidade para 84 viaturas, a recepção, restaurante e bar, *spa* e áreas administrativas. Na torre, com 90 metros de altura, e em ambas as vigas ficam situados os quartos de hóspedes.

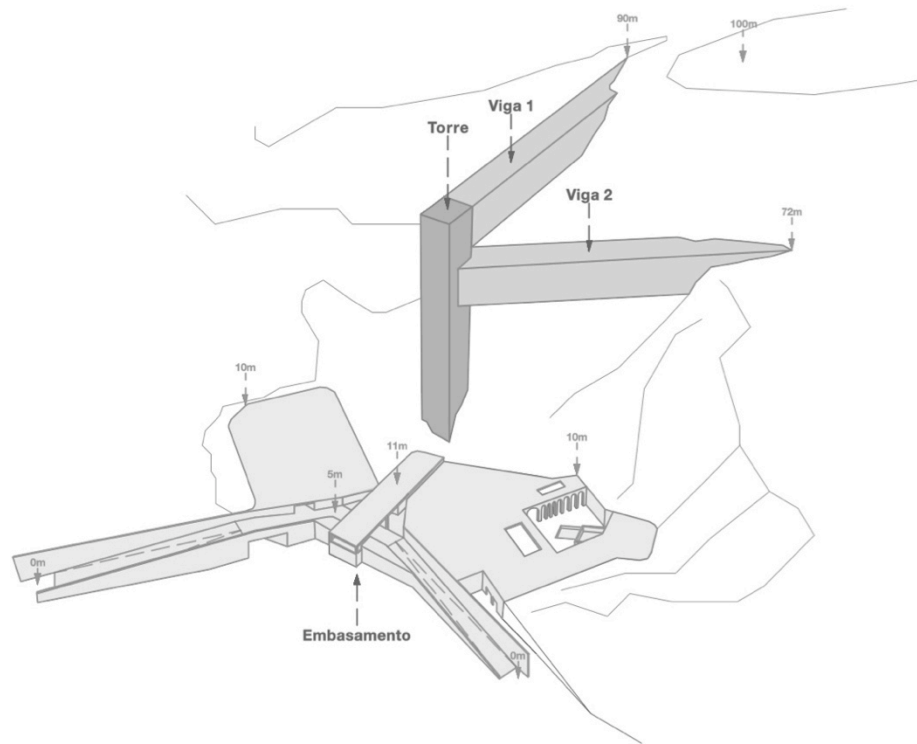


Figura 5.9 – Perspetiva do hotel com identificação do embasamento, do pilar e das duas vigas



Figura 5.10 – Planta de implantação do hotel

5.2.3 Análise do programa

ÁREAS PÚBLICAS

A receção do hotel situa-se na base do monte, à cota 5, para ficar o mais próxima possível da EN 114, que é a estrada que dá acesso ao hotel. Como consequência, as zonas públicas situam-se todas no embasamento do edifício. Esta decisão foi tomada em prol da receção que é um dos espaços mais importantes para o funcionamento do hotel, e que por isso deve ser o centro do programa e adjacente ao maior número de espaços possível.

O programa público, identificado na figura 5.11, conta com espaços, para além da receção, incluindo: um restaurante, com uma área interior e outra exterior, *spa*, bar, sala de computadores e duas lojas.

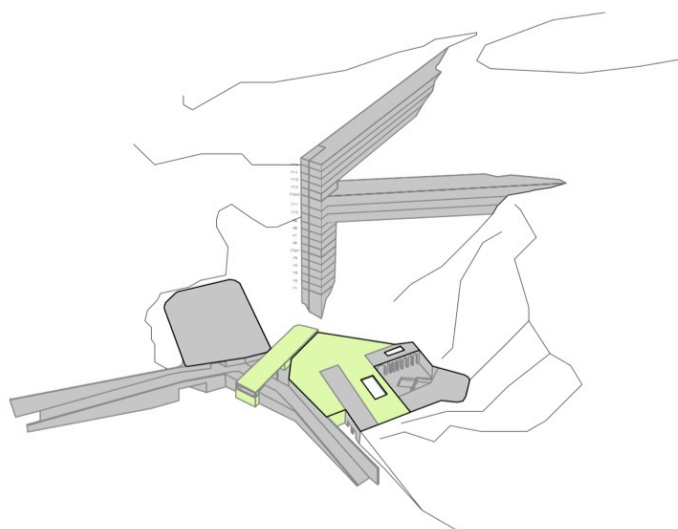


Figura 5.11 – Perspetiva do hotel com identificação das áreas públicas

ÁREA DE ESTACIONAMENTO AUTOMÓVEL

O estacionamento automóvel do hotel, identificado na figura 5.13, conta com 84 lugares para viaturas automóveis. O estacionamento situa-se à mesma cota da receção de forma a facilitar o fluxo de pessoas nas entradas e saídas do hotel.

A laje de cobertura do estacionamento está revestida por terra e vegetação de forma a ser dada continuidade à pequena porção de verde que escapou à intervenção humana, que desce do topo do monte até ao lugar onde o pilar intercepta o terreno.

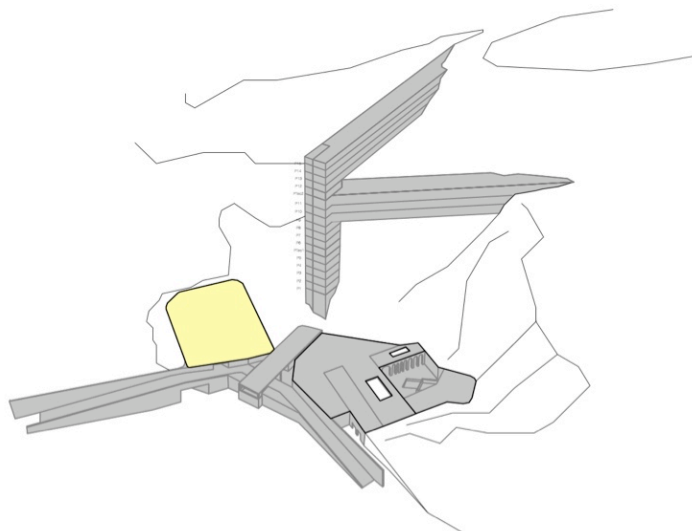


Figura 5.12 – Perspetiva do hotel com identificação da zona de estacionamento

ÁREAS DE STAFF

As áreas destinadas aos funcionários que trabalham no hotel, identificadas na figura 5.13, ocupam uma posição de especial importância no funcionamento, manutenção e prestação de serviços do hotel. Como tal podem ser divididas em duas partes, ambas adjacentes às zonas públicas de forma a reduzir o tamanho dos percursos feitos pelos funcionários, assim como o tempo que demoram a percorrer, garantindo desta forma proximidade e uma melhor capacidade de resposta por parte dos funcionários.

As duas zonas distintas que compõem as áreas destinadas aos funcionários são: área administrativa, situada junto à recepção, que contém escritórios, salas de reunião e salas de formação, e a área técnica, com dois pisos, situada entre o bar e o restaurante do hotel, que contém, no piso superior a cozinha e zona de refeições para funcionários, e no piso inferior, lavandaria e balneários para os funcionários.

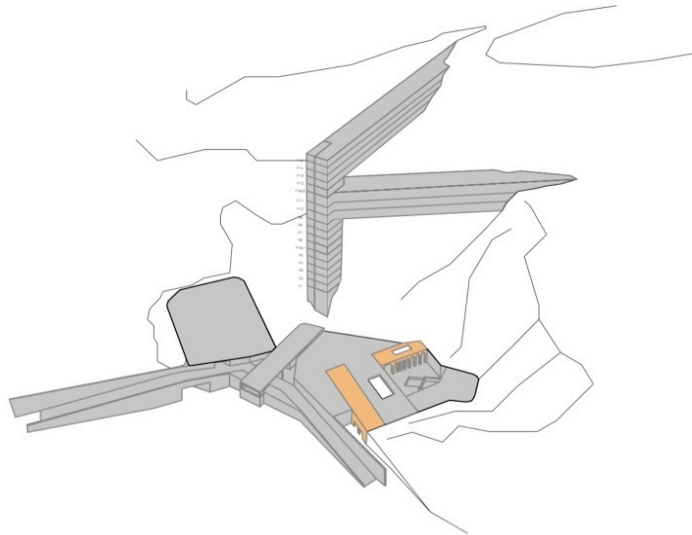


Figura 5.13 – Perspetiva do hotel com identificação das zonas destinadas aos funcionários

ÁREA DE SPA

A área de spa, identificada na figura 5.14, considerada a área de lazer do hotel, encontra-se no piso inferior à recepção, à cota 1,5. Esta zona conta com balneários, ginásio, sauna seca, sauna húmida, área de massagens, todos situados no interior, e um bar e duas piscinas situadas no exterior. Este espaço encontra-se na base de uma zona da qual também foi extraída rocha. Por este motivo, a zona exterior está rodeada por uma parede de rocha calcária, que atinge praticamente 80 metros de altura, que resguarda topo o espaço e na base da qual foram escavadas duas piscinas, sendo uma delas coberta.

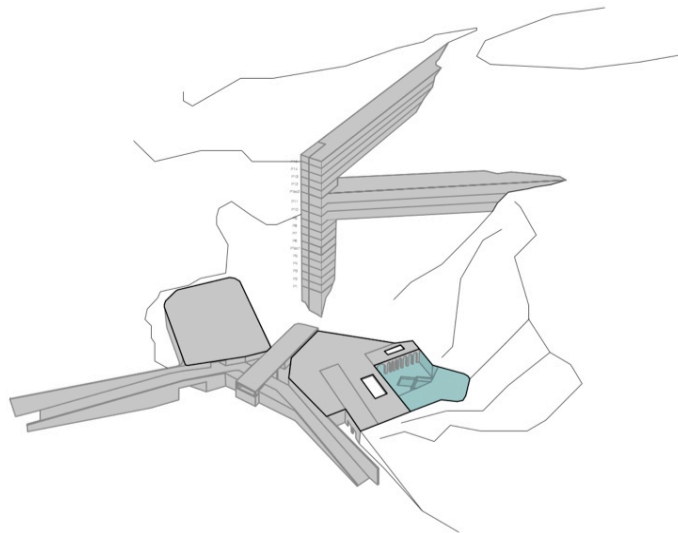


Figura 5.14 – Perspetiva do hotel com identificação da área de spa

QUARTOS

Os 110 quartos, 220 camas, identificados na figura 5.16, que constituem o hotel distribuem-se pelo pilar, com 8 quartos, e pelas duas vigas, a viga 1 com 60 quartos e a viga 2 com 42 quartos.

Os quartos que se encontram no pilar têm cerca de 35m^2 , e só existe um quarto por cada piso do pilar. Estes quartos são marcados pela forte relação que têm com o exterior por causa dos vãos verticais que garantem a vista para a envolvente, a partir de praticamente todos os pontos do quarto.

Os quartos situados nas vigas têm vistas diferentes que dependem da viga na qual se encontram. Estes quartos são ligeiramente mais pequenos que os que se encontram no pilar, tendo cada um perto de 25m^2 . Estes quartos também usufruem bastante da relação com o exterior, mas através dos vãos horizontais em banda, que são comuns a todos os quartos de cada piso, e que têm praticamente o comprimento da viga.

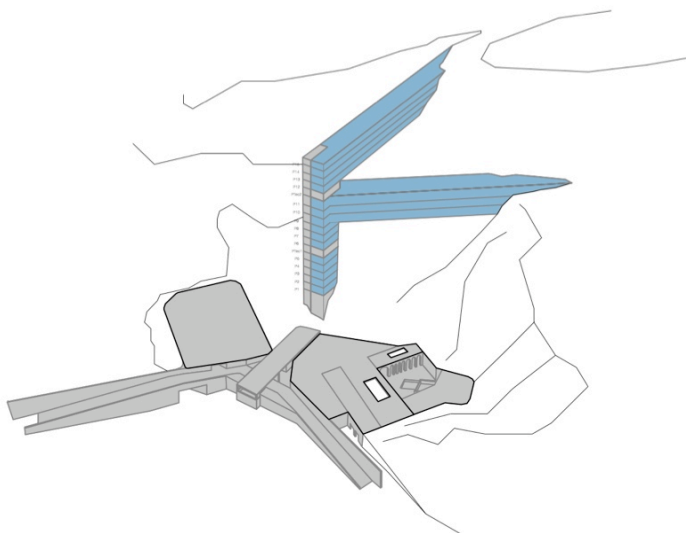


Figura 5.15 – Perspetiva do hotel com identificação dos quartos

PISOS TÉCNICOS

Estes dois pisos, identificados na figura 5.16, situados no pilar têm uma função essencial para o bom funcionamento do hotel. Nestes pisos encontram-se bombas sobrepessoras, que bombeiam água para os pisos superiores, em três circuitos diferentes, o

de abastecimento de água fria, o de abastecimento de água quente, que inclui um sistema de retorno, em que a água quente circula em permanência voltando a ser bombeada, por forma a não gerar desperdício de água aquecida, e por último o circuito da rede de incêndios armada.

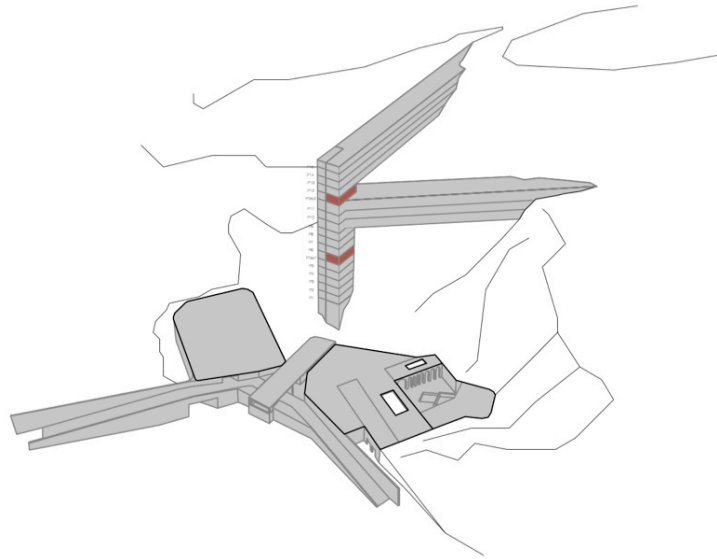


Figura 5.16 – Perspetiva do hotel com identificação dos pisos técnicos

ACESSOS VERTICAIS

Este edifício, com 100 metros de altura, apenas conta com três elevadores, um para uso dos funcionários de limpeza, e dois para o uso dos hóspedes. Apesar os hóspedes apenas disporem de dois elevadores é necessário salientar que o hotel apenas tem 14 pisos aos quais os hóspedes podem aceder, logo não existe necessidade de ter um maior número de elevadores. Para além dos elevadores, também existem escadas de emergência que percorrem toda a altura do pilar. Na figura 5.17 está identificado o local onde se encontram os elevadores.

A figura 5.18, apresenta um esquema síntese com as diferentes áreas que constituem o programa deste. Hotel.

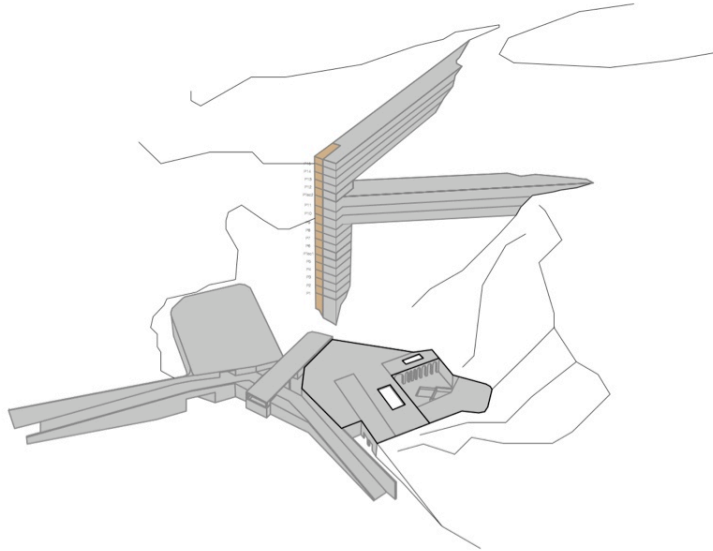


Figura 5.17 – Perspectiva do hotel com identificação dos acessos verticais

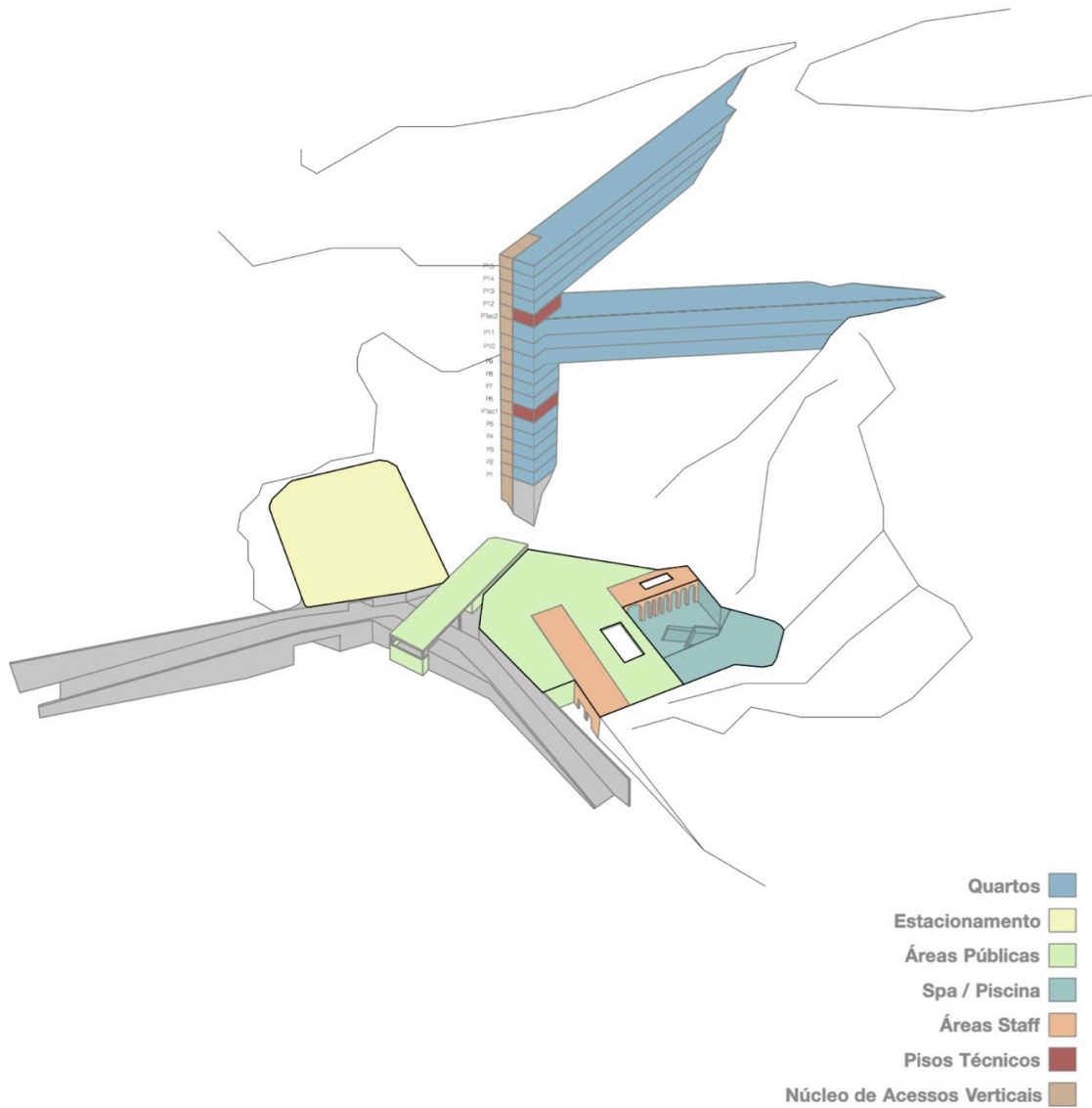


Figura 5.18 – Perspectiva do hotel com organigrama

5.2.4. Processo Construtivo

No que diz respeito à materialização e à construção deste edifício existem várias características que tornam este edifício único. Sobre o ponto de vista da construção podemos dividir o edifício em três partes, segundo os três processos construtivos diferentes que são utilizados, o embasamento, o pilar e as duas vigas, como se observa na figura 5.20

Para construir a zona do embasamento, na qual se encontra o estacionamento automóvel, recepção, zonas públicas, zona administrativa, restauração e *spa*, é utilizado um processo construtivo tradicional de pórtico de betão, constituído por pilar, viga e laje. Comparativamente com o pilar e as duas vigas, esta é a área do hotel que se constrói com base no processo construtivo mais simples. Contudo é de salientar a cobertura verde do estacionamento automóvel, que dá continuação à vegetação que vem descendo o monte, que a figura 5.20 ilustra como se constrói, e a cobertura das áreas públicas e das áreas destinadas a funcionários, que está revestida por gravilha, como se apresenta na figura 5.21, mais uma vez de forma a dar continuidade à cor e textura da parede calcária que se encontra próxima.

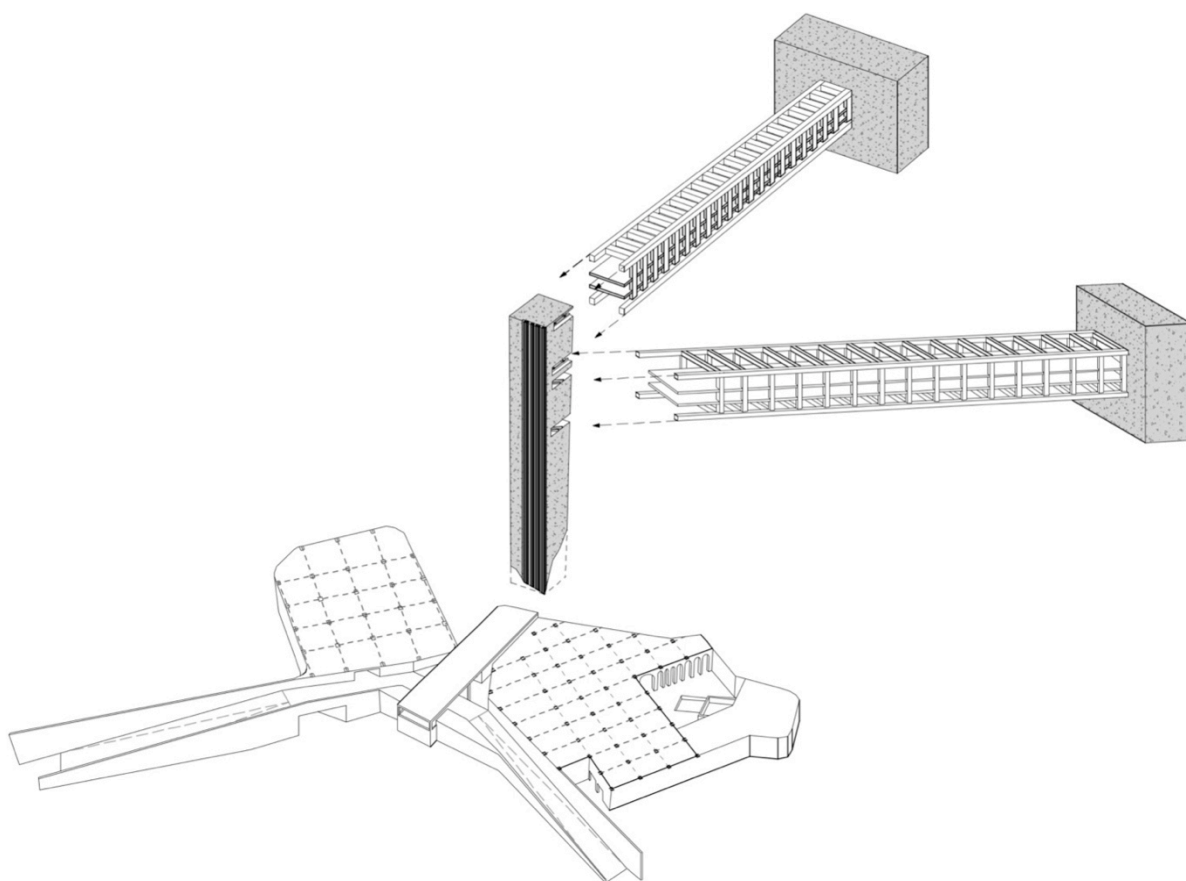
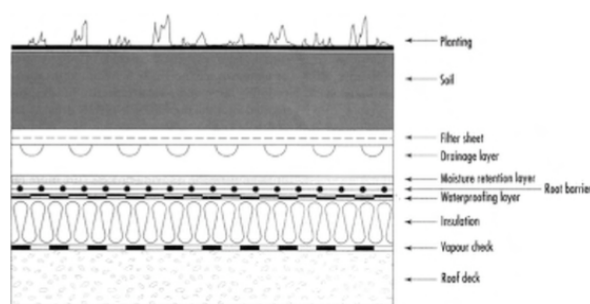
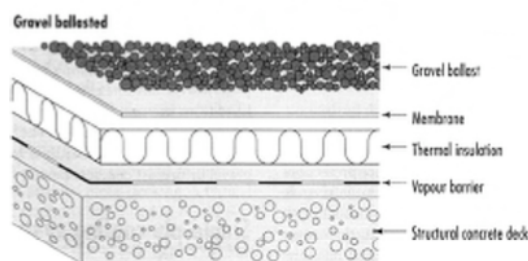


Figura 5.19 – Perspetiva esquemática dos processos construtivos utilizados para a construção do hotel



Fonte: Metric Handbook Planning and Design Data

Figura 5.20 - Corte da cobertura ajardinada da área de estacionamento



Fonte: Fonte: Metric Handbook Planning and Design Data

Figura: 5.21 – Perspetiva da cobertura revestida com gravilha das áreas públicas

O pilar é um dos principais elementos construtivos deste edifício, uma vez que é nele que ambas as vigas encaixam e por ser o responsável da distribuição das forças verticais e horizontais atuantes.

Para ser suficientemente resistente às ações verticais atuantes, seja o peso próprio do pilar ou o peso das vigas, este elemento tem de ser em betão. O pilar é construído segundo um método de cofragem deslizante, permite a reutilização da mesma cofragem para a construção de todos os pisos do pilar, ou seja, após a betonagem do primeiro piso, e após o betão ter secado, a cofragem é içada para o lugar do segundo piso, e assim sucessivamente até ao ultimo piso ser construído.

Um dos principais aspetos construtivos deste pilar são as suas fundações, pois é para lá que são distribuídas as forças atuantes no pilar. Por esse motivo pilar assenta numa grande caixa de betão, paralela à vista em planta do pilar, com mais 3 metros de lado que cada lado do pilar e também com 3 metros de profundidade. Esta caixa de betão faz o encastramento do pilar no terreno, fixando-o e impossibilitando-o de se mover horizontalmente mesmo em

caso de sismo. De forma a melhorar o desempenho do edifício face às ações horizontais, cada uma das vigas está encastrada no monte, pelo intermédio de grandes blocos de betão com 24 metros de altura e 12 metros de largura e 3 metros de profundidade, como se apresenta na figura 5.22.

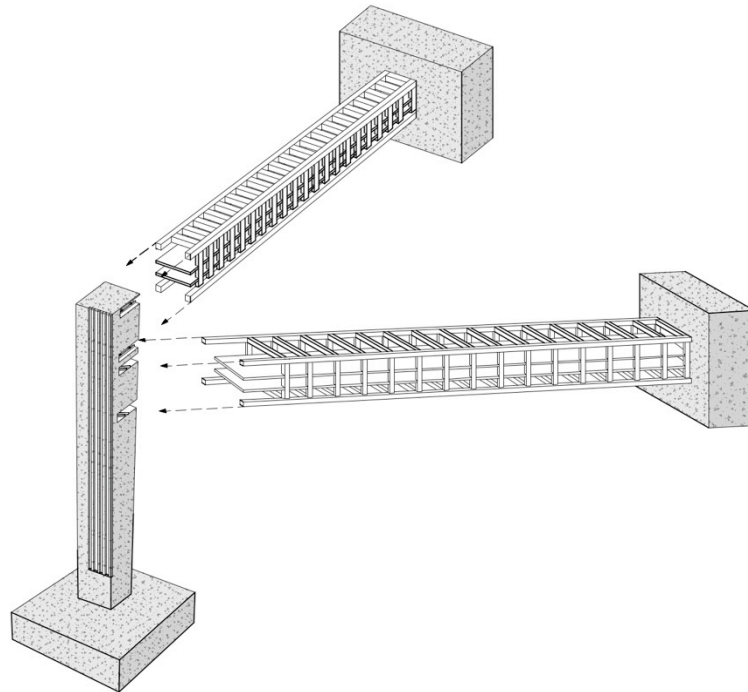


Figura 5.22 – Perspetiva esquemática dos encastramentos do pilar e das vigas

Outro aspeto fundamental deste pilar são os pontos onde as vigas se encaixam. Esses pontos de apoio são na verdade caixas de betão com 2 metros de altura, na quais as vigas estruturais de perímetro de cada uma das vigas com quartos, se inserem, como se apresenta na figura 5.23. Para cada uma das vigas existem duas caixas. Uma caixa para as duas vigas de perímetro inferiores e uma caixa para as duas vigas superiores, o que faz com que cada uma das vigas, que contêm os quartos, tenha quatro pontos de apoio no pilar. Na base da caixas de betão existem carris com rolamentos que permitem a movimentação horizontal das vigas, quer por causa da dilatação natural dos materiais por causa da temperatura, quer por causa de um eventual sismo.

Contudo, na eventualidade de ocorrer um sismo, é necessário que ambas as vigas estejam fixas para que o edifício não fique parcialmente destruído. Por esse motivo, as vigas estruturais de perímetro de cada uma das vigas, têm na sua extremidade uma cunha. Essa

cunha tem nas suas faces microfuros e encontra-se dentro de uma segunda caixa, cheia com um líquido lubrificante, o permite que através da dilatação do aço a viga se possa mover horizontalmente e o líquido passe lentamente entre os furos da cunha contudo, se ocorrer um sismo, os furos são incapazes de fazer passar o líquido, prendendo a viga e conferindo-lhe rigidez suficiente para suportar as forças horizontais atuantes.

Ambas as vigas de três pisos, que encerram a grande maioria dos quartos do hotel, constituem elementos de grande relevância para este edifício, quer pela sua estrutura quer pelo programa que encerram. A viga 1 e a viga 2 têm ambas 9,60 metros de largura, e respectivamente, 110 metros e 93 metros de comprimento.

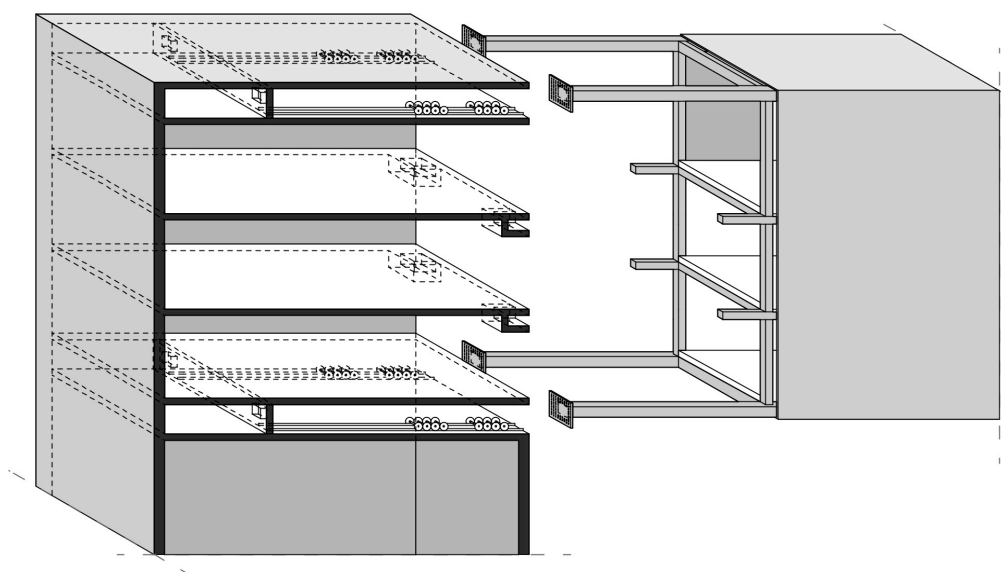


Figura 5.23 – Perspetiva esquemática do encaixe entre uma das vigas e o pilar

Cada uma das vigas tem quatro perfis metálicos RHS, com 0,5 metros de lado, que são os elementos estruturais principais. Esses perfis encontram-se nos cantos da secção transversal de cada viga e percorrem todo o comprimento das mesmas. São nestes quatro perfis que se encaixam todos os elementos estruturais secundários, pilares, vigas, e lajes. Estes perfis são também os principais elementos no que diz respeito à dispersão das forças horizontais, uma vez que são os grandes responsáveis na ligação e travamento entre cada uma das vigas e o pilar.

Os elementos estruturais secundários funcionam como diafragmas que criam anéis entre os quatro perfis principais, garantindo a rigidez de cada uma das vigas ao longo do seu

extenso comprimento. O comprimento bastante grande de ambas as vigas, juntamente com os quartos, faz com que os anéis de diafragma, de pilares e vigas, tenham um afastamento de 5m entre si, que é a largura de cada quarto. Contudo, para além dos pilares e vigas, existem treliças metálicas em cruz, na face inferior da viga 1 e viga 2, que acrescentam estabilidade através da compressão dos perfis principais inferiores, como se apresenta na figura 5.24. Os perfis metálicos que constituem os pilares, as vigas e as treliças são também perfis RHS, mas com 0,35 metros de lado.

A repetição de elementos de 5 metros em 5 metros, usada para a construção das vigas, como se apresenta na figura 5.25, é bastante benéfica para a obra, uma vez que leva à standardização dos elementos usados e à redução do tempo total de obra, havendo inclusivamente a possibilidade de virem pré montados de fábrica, sendo depois aparafusados e soldados entre si.

As figuras 5.26 a 5.31 representam-se várias perspetivas do edifício geradas a computador.

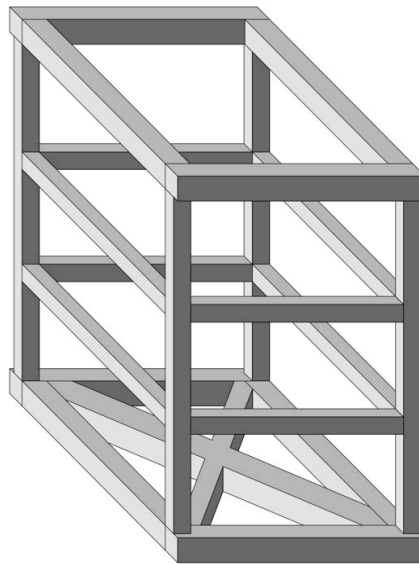


Figura 5.24 – Perspetiva do módulo de perfis de aço utilizado na construção das vigas

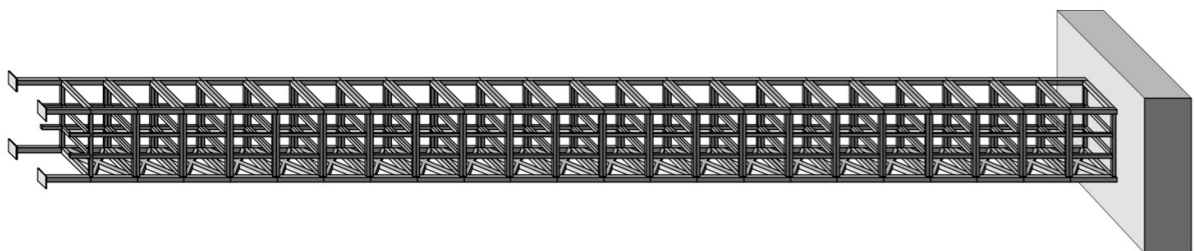


Figura 5.25 – Perspetiva de uma viga com os módulos associados entre si

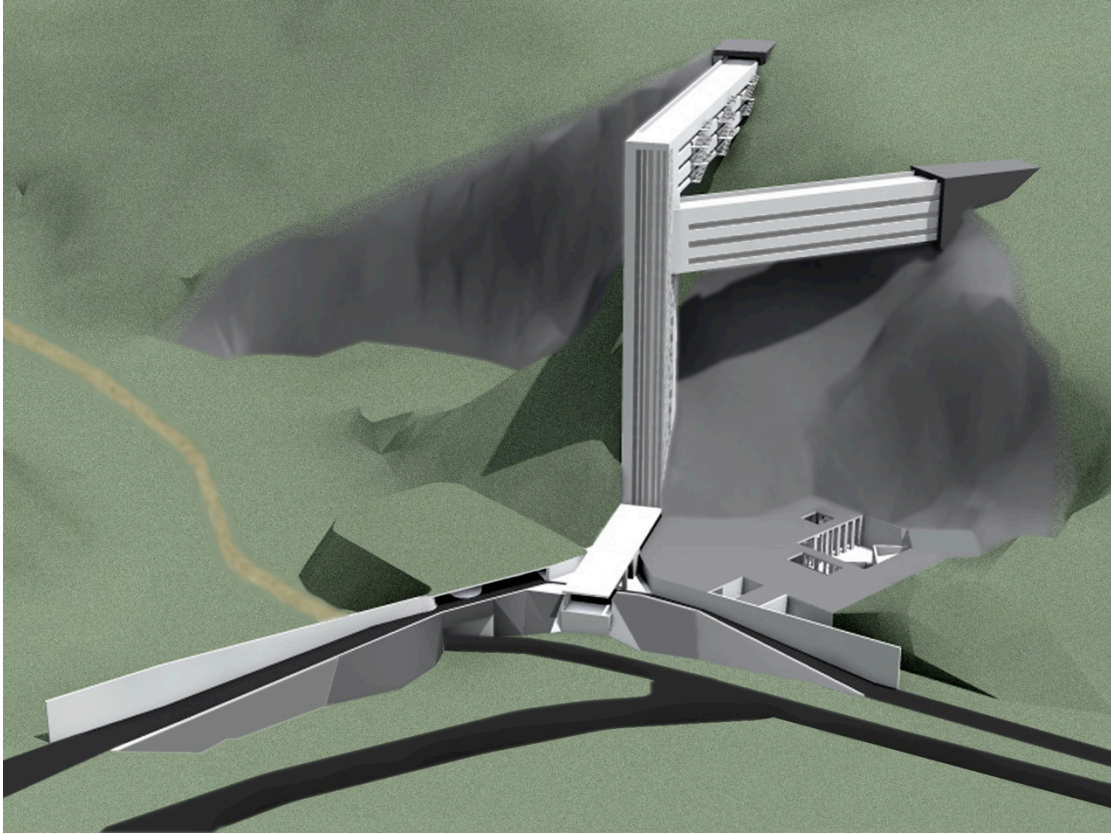


Figura 5.26 – Perspetiva aérea frontal do edifício gerada a computador

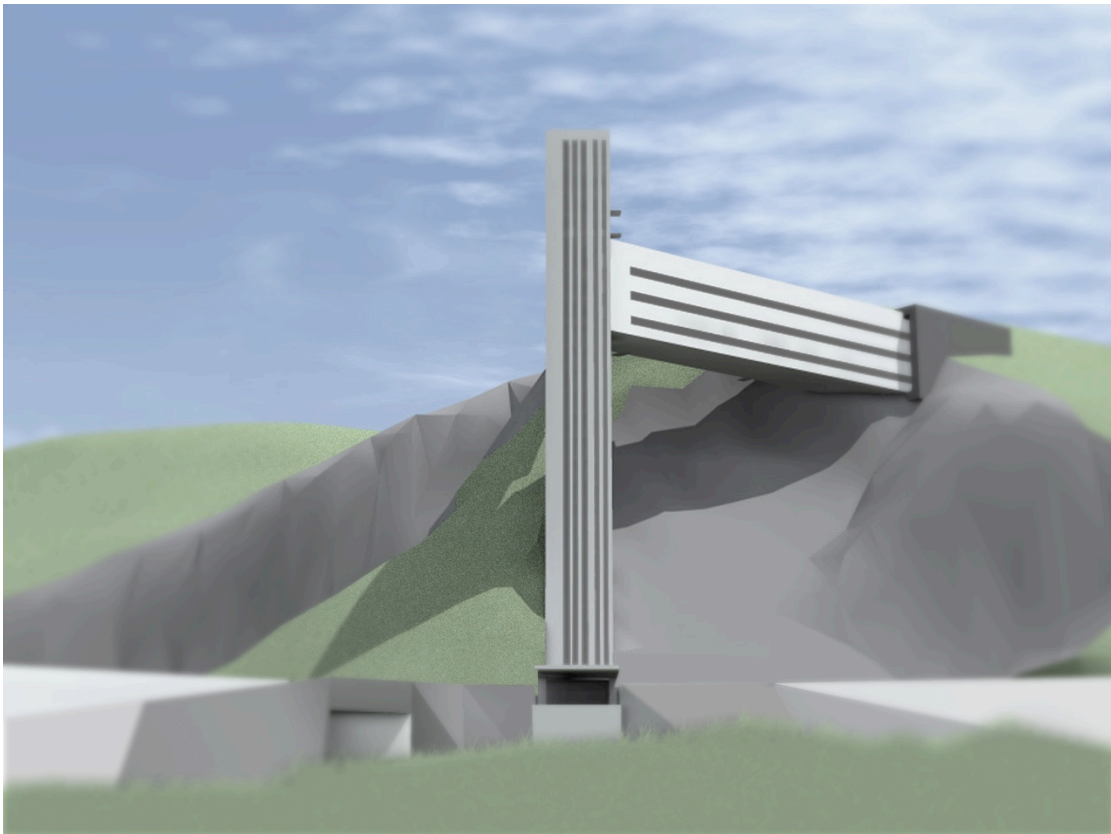


Figura 5.27 – Perspetiva frontal do edifício gerada a computador



Figura 5.28 – Perspectiva da entrada automóvel do edifício gerada a computador

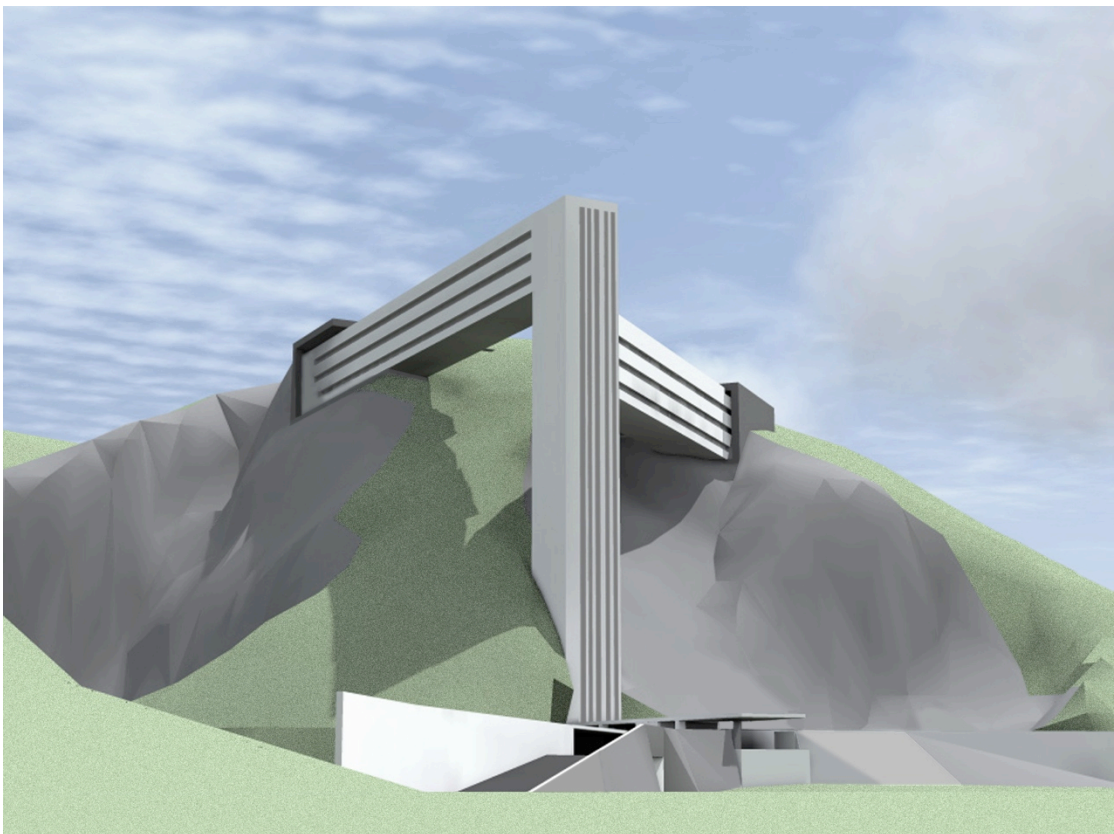


Figura 5.29 – Perspectiva da entrada automóvel do edifício gerada a computador

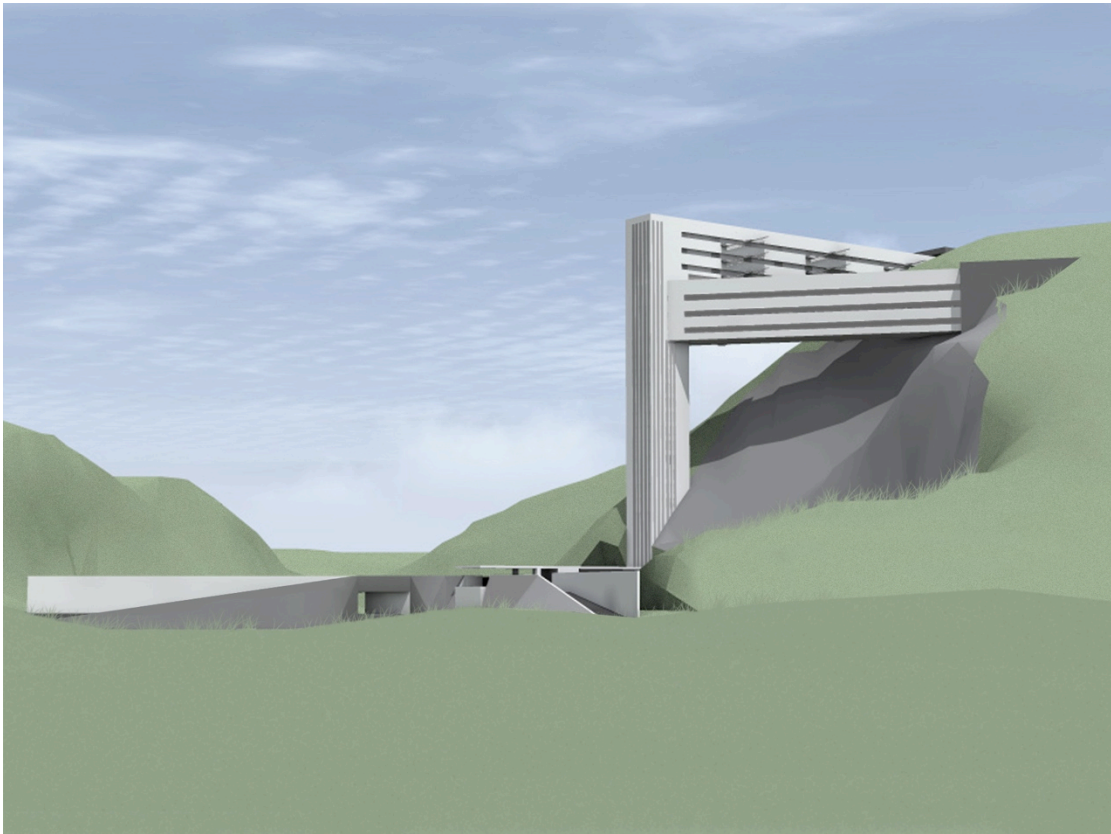


Figura 5.30 – Perspectiva lateral do edifício gerada a computador

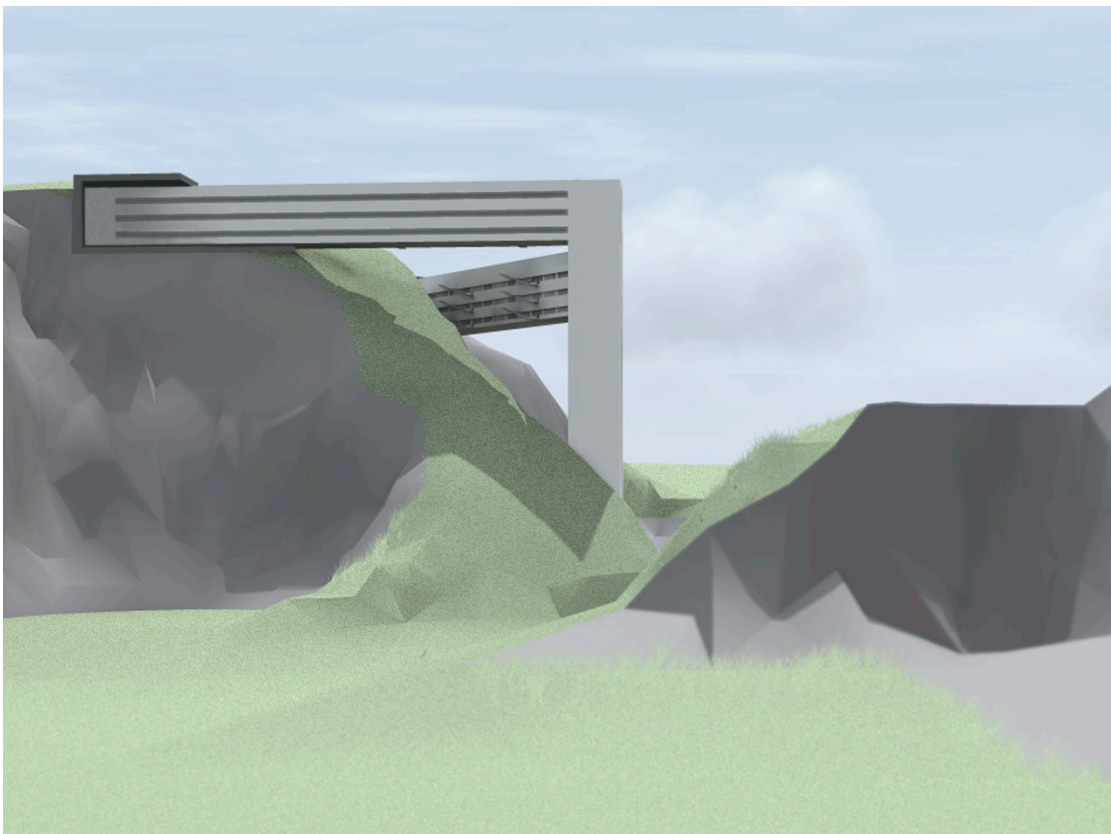


Figura 5.31 – Perspectiva lateral do edifício gerada a computador

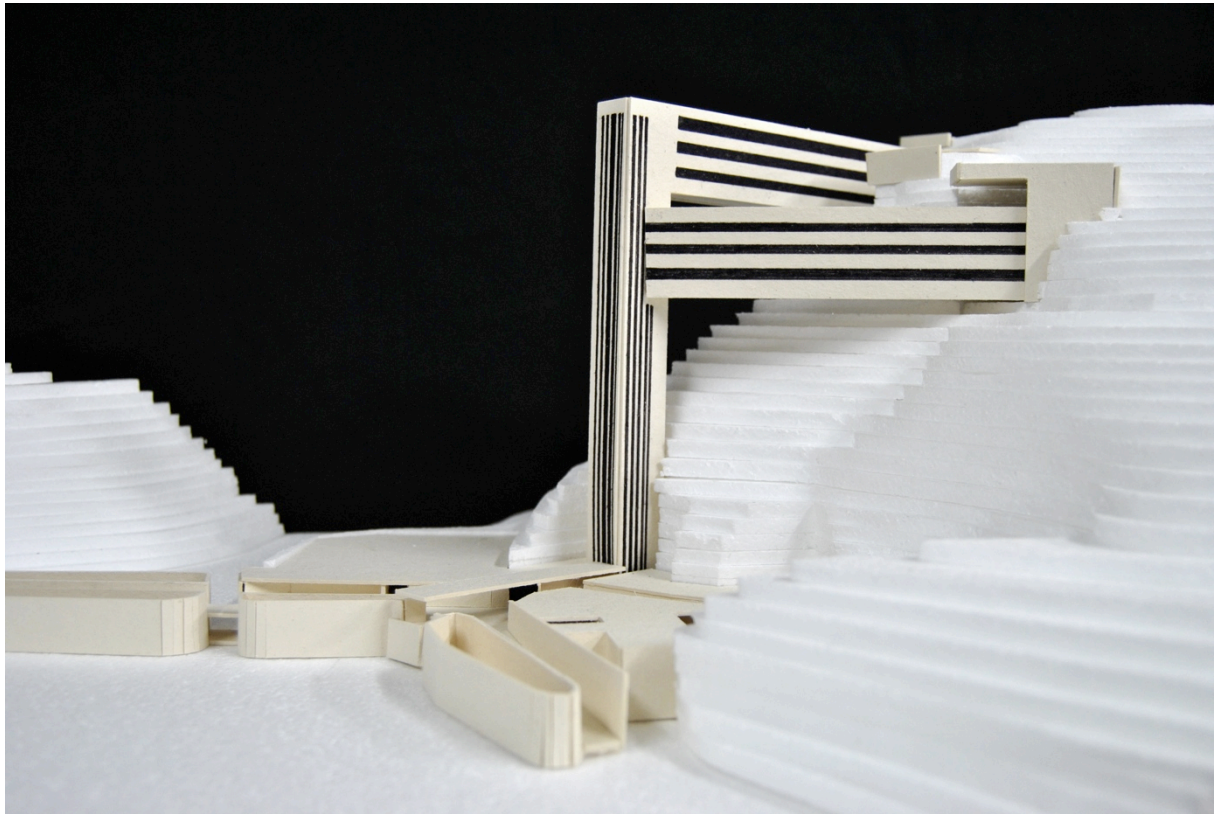


Figura 5.32 – Fotografia da maquete do edifício

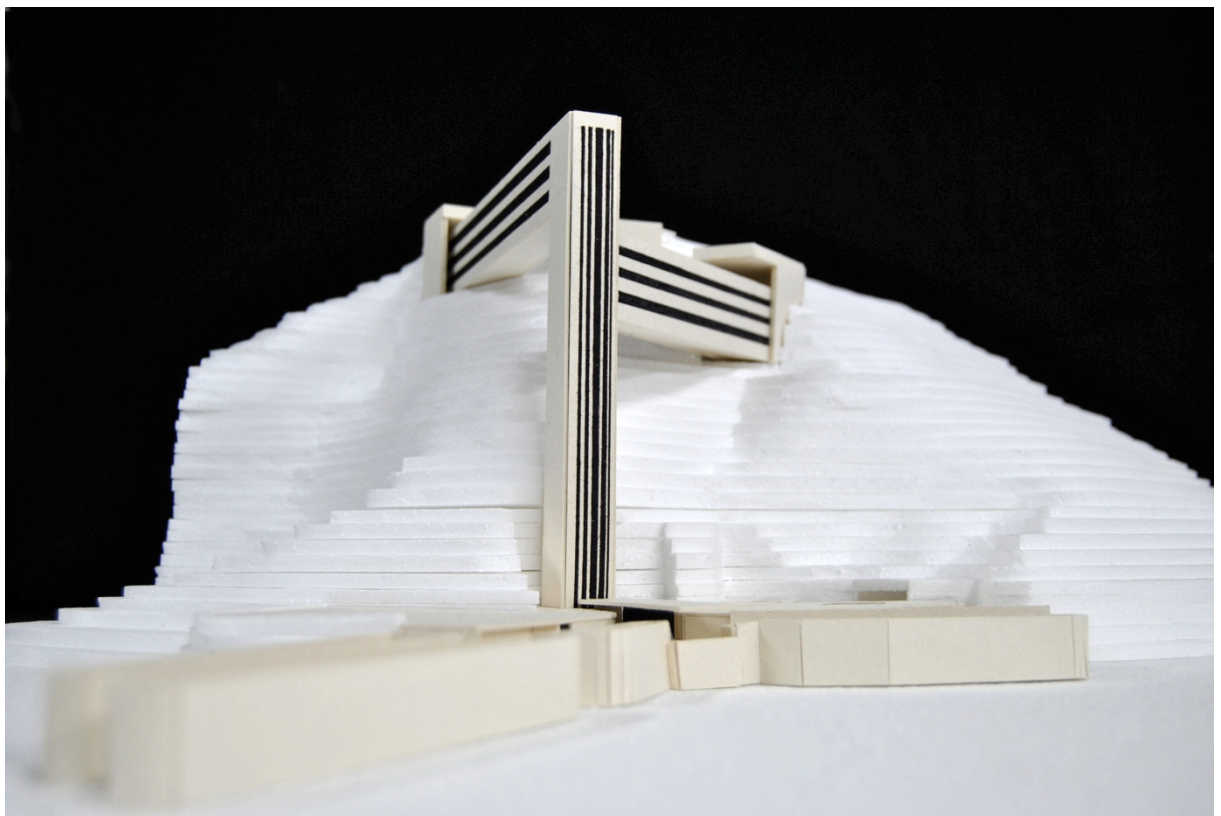


Figura 5.33 – Fotografia da maquete do edifício

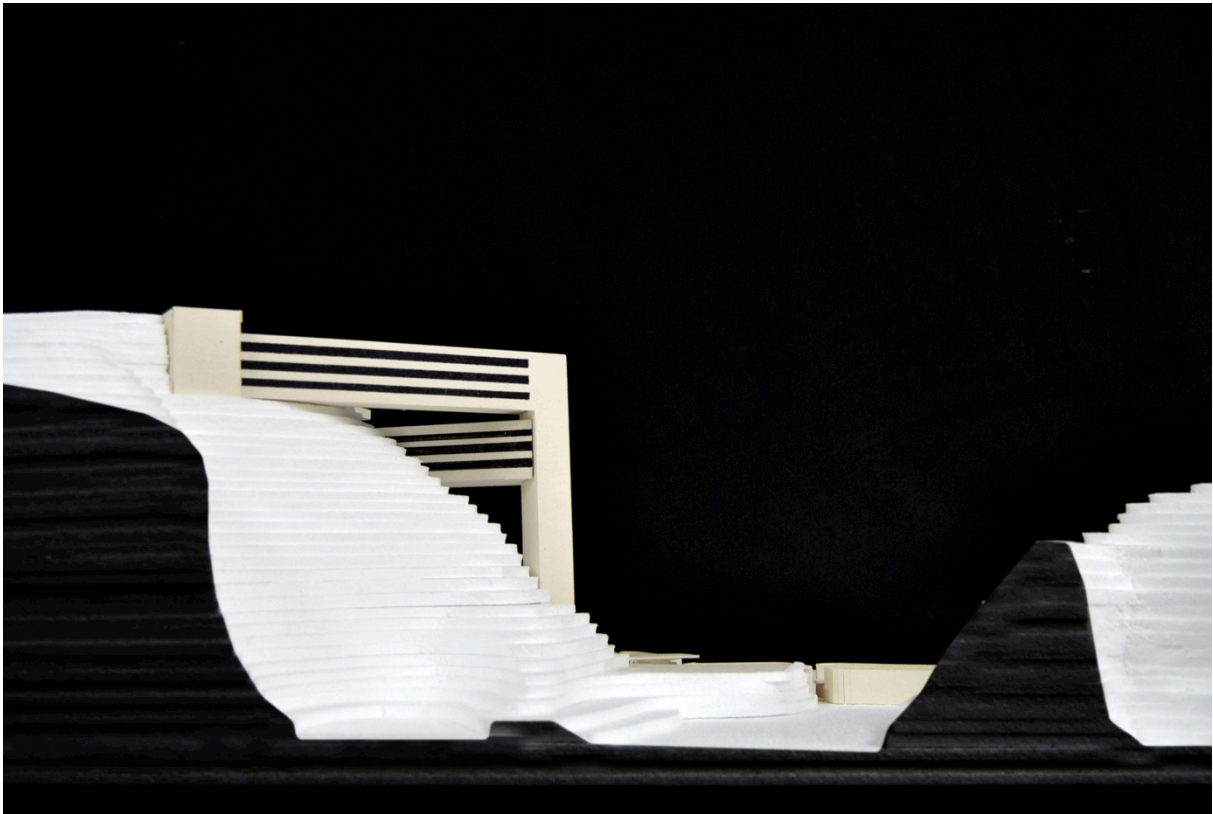


Figura 5.34 – Fotografia da maquete do edifício

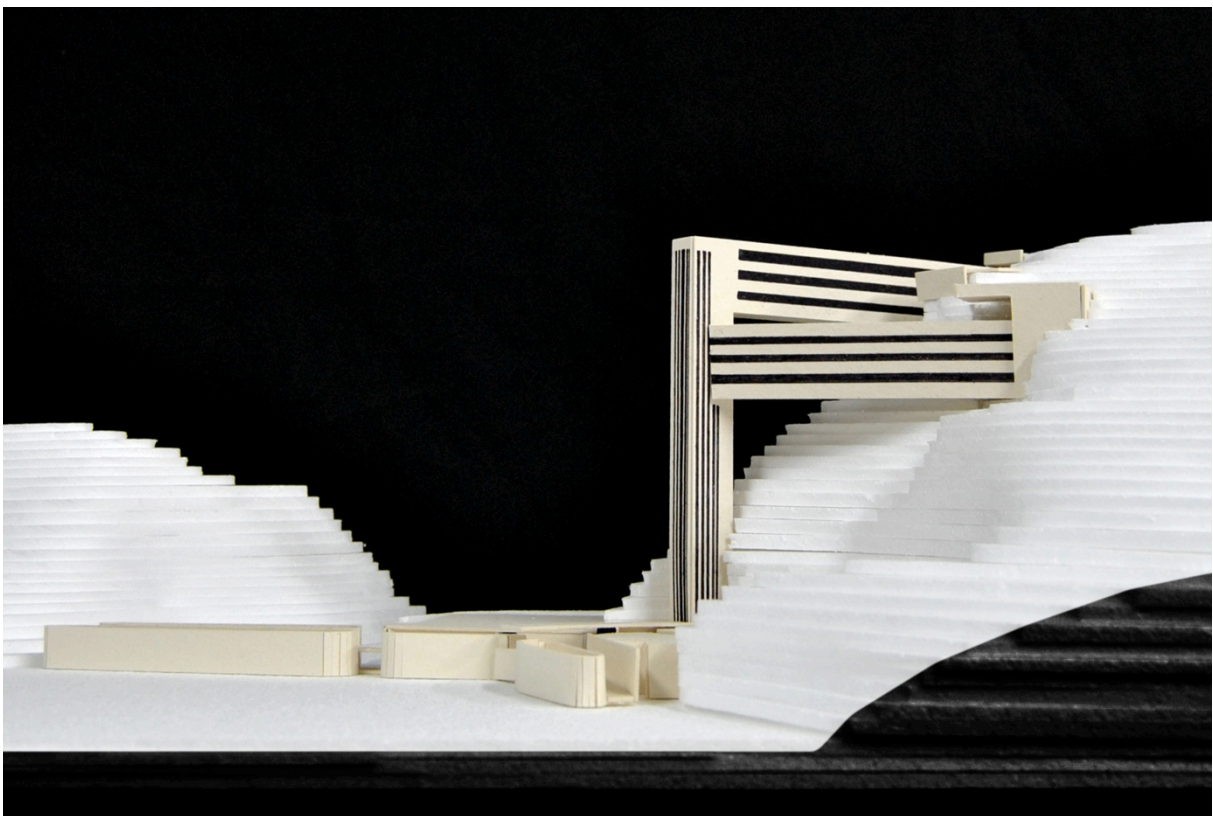


Figura 5.35 – Fotografia da maquete do edifício

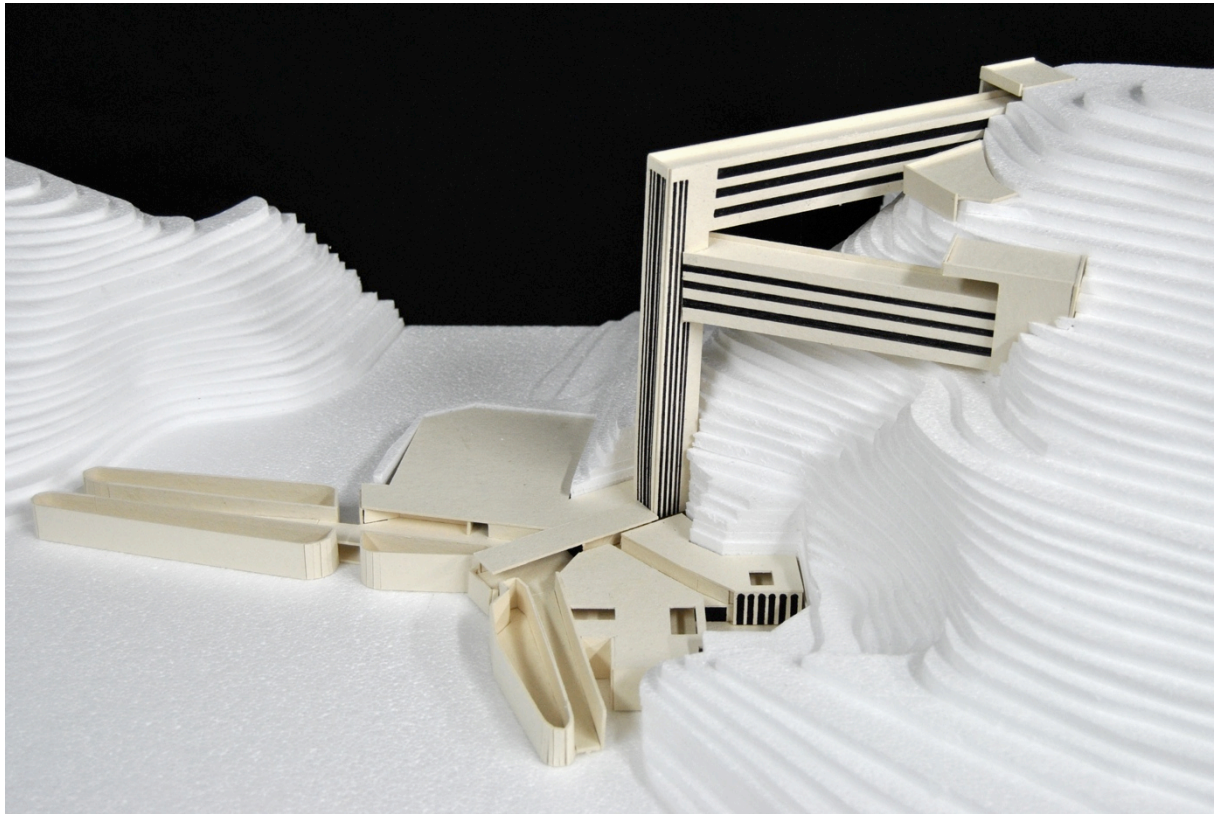


Figura 5.36 – Fotografia da maqueta do edifício



Figura 5.37 – Fotografia da maqueta do edifício

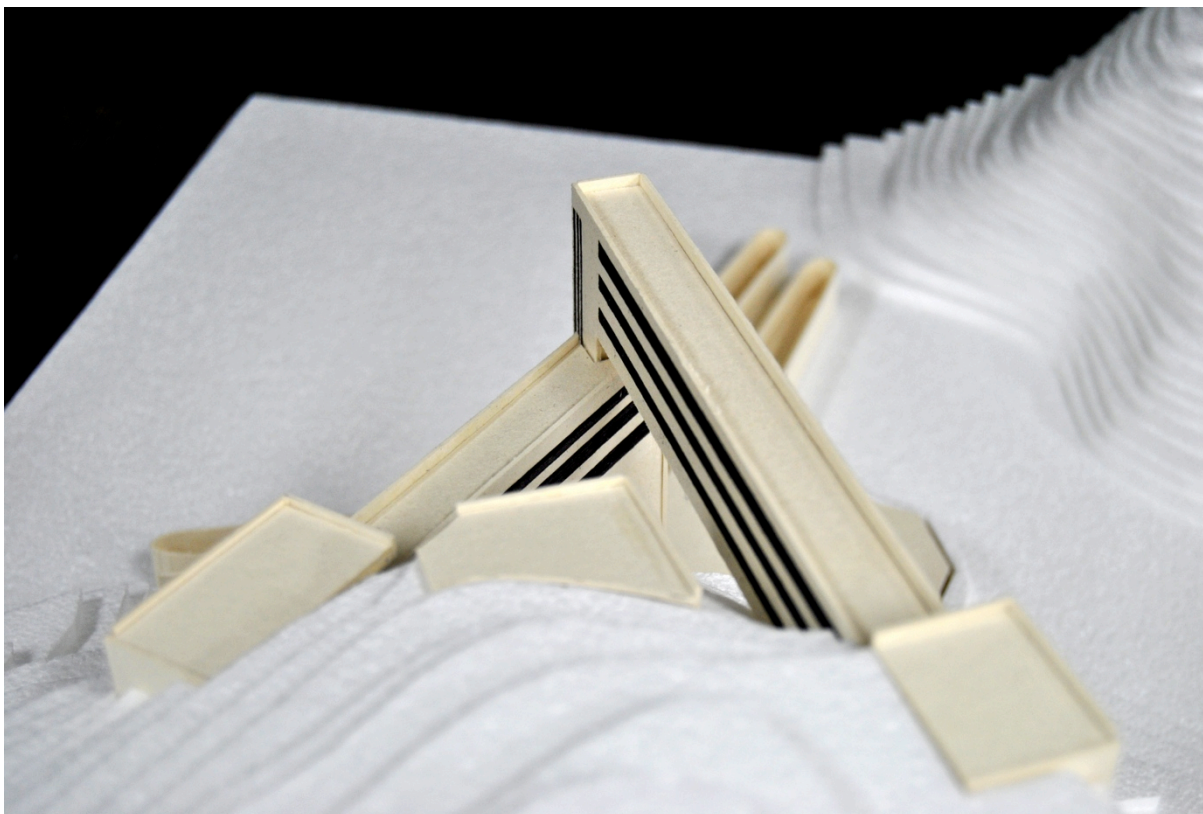


Figura 5.38 – Fotografia da maquete do edifício

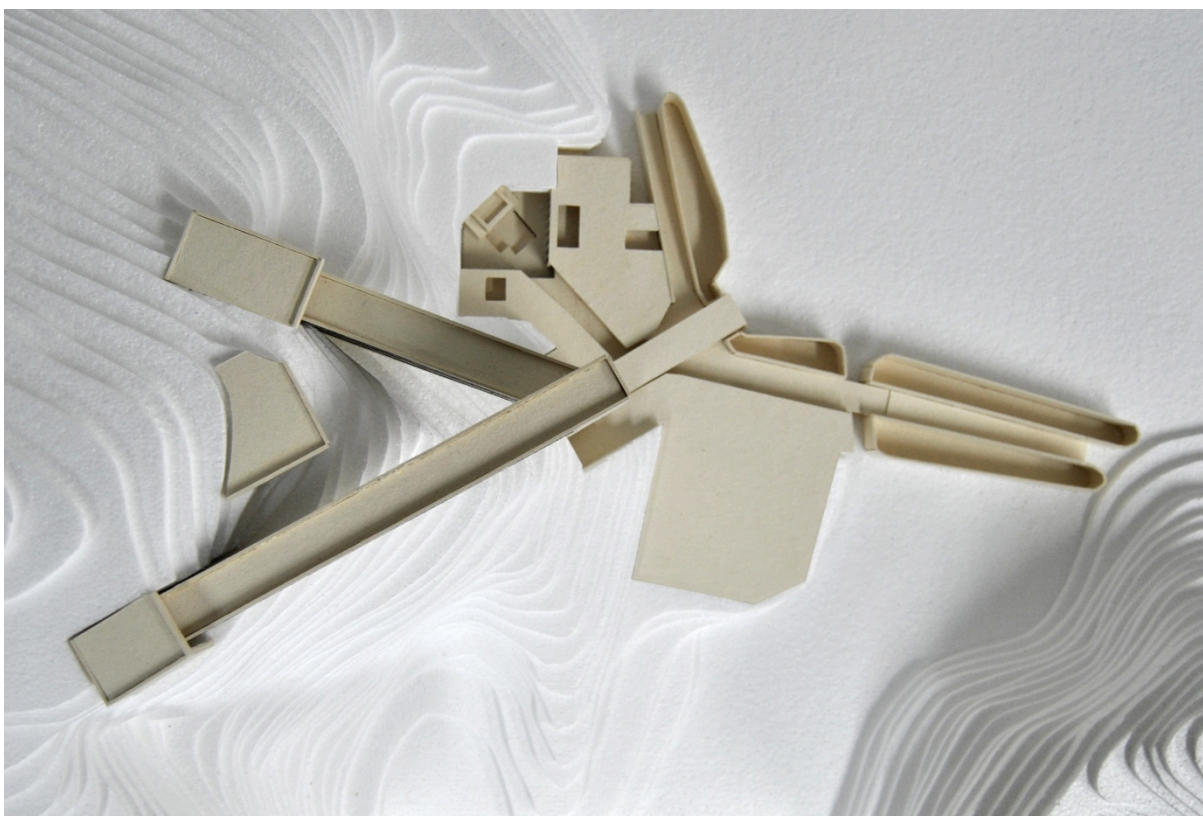


Figura 5.39 – Fotografia da maquete do edifício

6.A estrutura enquanto elemento da linguagem – aspetos relevantes associados ao caso prático

As obras de referência, que se apresentaram anteriormente nos capítulos 2 e 3, entre as quais se destacam os edifícios *Sears Towers*, em Chicago, *Commerzbank*, em Frankfurt, e *CCTV*, em Pequim, permitiram o estudo e a aplicação de um conjunto significativo de soluções técnicas ao caso prático desenvolvido. O caso prático apresentado no capítulo 5, incidiu sobre um “edifício alto”, de acordo com Romano (2004), pelo facto da razão altura/base ser superior a cinco, por forma a melhorar o desempenho do edifício face às ações provocadas por forças horizontais, nomeadamente as exercidas pelo vento ou por sismos.

Por um lado, foi necessário criar um núcleo rígido em betão (o pilar), capaz de suportar o peso das duas vigas que nele apoiam e as ações horizontais atuantes no edifício. Deste modo, as paredes do núcleo de betão possuem 1 metro de espessura no embasamento, que constitui os primeiros 19,5 metros, e 0,40 metros a partir daí e até ao topo, de forma idêntica ao que acontece nas torres *Sears*, em Chicago, cuja espessura das paredes reduz do embasamento para o topo. Pelo facto da altura do edifício ser de 100 metros é possível construir todo o pilar em betão, através de um sistema tipo tubo, não sendo necessário recorrer-se à utilização de estruturas metálicas, de treliças ou de pórticos. As torres do edifício *CCTV* e do edifício *Sears Towers*, funcionam como tubos encastrados no chão, que foi o princípio adotado para o pilar deste edifício desenvolvido, porque em qualquer dos edifícios os elementos estruturais verticais assentam em grandes bases de betão que encastram o edifício no terreno. No caso de estudo, também as vigas tiveram de ser encastradas no terreno, para que o elemento final constituído pelo pilar e pelas duas vigas, esteja encastrado nos três pontos em que interceta o terreno, e assim funcionar de forma coesa.

Por outro lado, por forma a vencer o vão entre o pilar e o morro, que é de cerca de 100 metros, em ambas as vigas que encerram os quartos adotou-se uma estrutura modular construída em aço, mais leve comparativamente à utilização de vigas de betão. Esta solução permite igualmente o aumento de área livre nas fachadas para a abertura de vãos, que são essenciais ao funcionamento do programa, a redução do tempo de construção e custos inferiores, de forma idêntica à solução adotada no caso do edifício do *Commerzbank*, em Frankfurt. Outra vantagem, comparativamente à utilização de soluções em betão, está associada à poupança do material, pois eram necessários mais pilares para suportar a viga, que seria bastante mais pesada e teria também uma secção relativamente maior.

A solução encontrada socorreu-se deste modo de uma estrutura mista ou compósita, constituída por um núcleo rígido em betão, tipo tubo, e módulos de aço nas vigas que, quando associados, também formam um estrutura tipo tubo e constituem uma ponte entre o pilar e o monte, idêntica à solução encontrada pelo atelier *Foster & Partners* para a construção do edifício *Commerzbank*.

Por causa da estrutura tipo tubo utilizada, quer na construção do pilar, quer na construção das vigas, todas as forças atuantes no edifício são dissipadas pelo seu exterior, o que confere às paredes interiores, e também às exteriores no caso das vigas, somente a função de encerramento dos espaços e não a função de elementos estruturais de suporte.

O pilar, com de 100 metros de altura, é construído em betão segundo o sistema de cofragem deslizante, que reduz o tempo de obra e produz menos desperdício de material, uma vez que a cofragem utilizada na betonagem de todos os pisos é sempre a mesma. Outras vantagens associadas à utilização do betão como material de construção do pilar, incluem, a redução do balanço e movimento percetível no interior do edifício, o facto de reagir melhor do que o aço às forças de compressão, como por exemplo as provocadas pelas vigas e, também, pelo facto de não se estar a trabalhar numa zona sísmica, apresentar resistência suficiente para suportar as ações horizontais atuantes no edifício.

Acresce que a estrutura modular das vigas é construída com aço. A utilização do aço na construção dos módulos, constituídos por pilares, vigas e treliças, também apresenta vantagens do ponto de vista estrutural, para além da leveza, que é a capacidade de suportar os esforços de tração associados ao vão entre o pilar e o morro. A utilização de uma tipologia modular em aço na construção das vigas leva à standardização e à utilização de elementos pré-fabricados, quer sejam os elementos estruturais, pilares e vigas, quer sejam não estruturais, como as vigas secundárias onde apoiam as lajes colaborantes e os perfis que suportam o revestimento exterior utilizado nas vigas, de modo idêntico ao caso do edifício CCTV. Esta solução contribui para a redução do custo da obra, a quantidade de trabalhos *in-situ* e o tempo de construção. Relativamente aos aspetos construtivos também apresenta vantagens, nomeadamente no que se refere à facilidade de transporte, manuseamento e aplicação em obra, podendo inclusivamente chegar à obra partes dos módulos já pré-construídas, de modo idêntico ao que se passou na construção do edifício *Commerzbank*.

J. Romano (2004) defende que a altura entre pisos deve rondar os 3 – 4 metros, por forma a minimizar o desperdício de materiais nas fachadas e para que o pé – direitos dos vários pisos seja superior a 2,5 metros e ainda sobre espaço para tetos e chãos falsos. Contudo, nas vigas, a distância entre pisos ronda os 4,5 metros, consequência da altura

perdida, associada às juntas de dilatação entre o pilar e as vigas. No pilar a altura entre pisos é de 3,3 metros. Os perfis que suportam as lajes colaborantes das vigas foram orientados na direção do menor vão, ou seja, perpendiculares ao comprimento das vigas, de forma a conferir coesão aos perfis periféricos.

Tornou-se claro, desde o início do desenvolvimento deste trabalho, que o edifício teria de utilizar um material não estrutural para o seu revestimento exterior, de forma a cobrir toda a estrutura de betão e de aço, unindo-as num só elemento sobre o ponto de vista do observador. Outro motivo que levou à utilização de um revestimento decorre da dificuldade de controlo do acabamento do betão, aspeto este que é igualmente referido por Romano (2004). Deste modo, o material escolhido foi a rocha calcária cinzenta existente no local, cuja utilização proporciona redução no custo de transporte de materiais e ajuda a inserir o edifício junto às duas paredes de rocha calcária existentes, consequência do abandono da pedreira.

7. Conclusões

A procura de mais conhecimento associado à compreensão dos mecanismos estáticos de uma estrutura bem como a procura pelo entendimento dos materiais, deverão ser aspetos a valorizar pelos arquitetos, porque o entendimento e a interiorização desses conceitos atribuem mais liberdade no desenvolvimento de soluções arquitectónicas, devido ao maior leque de escolhas possíveis de ser tomadas. A criatividade individual na produção de formas arquitetónicas tem como base o conhecimento, incluindo, nomeadamente, o conhecimento associado aos aspetos estruturais, pelo que se poderá afirmar que, o conhecimento permite a obtenção de formas mais arrojadas.

A génese da conceção decorre do entendimento sobre como cada elemento ou material trabalha individualmente mas, também, como é que os diversos elementos se unem de forma a criar um conjunto unitário, estável e rígido.

O ato de projetar uma estrutura para habitar, um edifício, deve ser encarado como uma forma de arte, uma vez que está relacionado com a capacidade individual de cada projetista. No caso da arquitetura, o projetista deve sentir a estrutura, tem de ter intuição estática e, também, bom senso e sensibilidade estética. Em resumo, trata-se de interiorizar de modo criativo os conceitos e conhecimentos relativos à estática e à resistência dos materiais.

O caso prático, inclui o desenvolvimento de um edifício em altura – hotel – localizado numa pedreira abandonada, na Freguesia de Sobral da Lagoa, em Óbidos. O ponto de partida conceptual para o desenvolvimento do edifício, que tem cerca de 100 metros de altura, foi dar continuidade a um local profundamente marcado pela atividade humana, em vez de o amenizar. Por este motivo, o edifício foi desenvolvido segundo uma geometria sólida, que sugere tensão, constituída por um pilar com a mesma altura do monte e duas vigas que a eles agarram. Todo edifício foi revestido com rocha calcária, existente na pedreira, por forma haja uma ligação com o lugar e não sejam utilizados materiais, cores ou texturas não existentes naquele local. Deste modo, apesar do edifício surgir após a pedreira, aparenta ser o motivo que levou à escavação do morro.

As principais soluções estruturais adotadas para o desenvolvimento do caso prático incluíram, uma estrutura tipo pórtico, de betão, para construção dos pisos térreos, uma estrutura tipo tubo, também de betão, para a construção do pilar, e uma estrutura tipo tubo em aço, para a construção das duas vigas que unem o pilar ao morro.

Apesar da ambição por formas arquitectónicas arrojadas, é igualmente necessário ter a noção de que a arquitetura depende e é feita para o público viver, podendo assim admitir-se que depende da qualidade dos espaços que tem para oferecer ao público, que deve ser mantido como objetivo primário de qualquer forma de arquitetura. Contudo, para alguém que não a viva, ou habite um determinado edifício, a arquitetura pode ser quase comparada à escultura, só que exposta em território aberto e visível e não numa galeria ou museu. Por esse motivo, e para além do apelo à associação entre arquitetura e engenharia, deve também ser feito um apelo à associação entre a arquitetura, a engenharia e a as belas artes, tal como defende Santiago Calatrava, e, por forma a ir ao encontro das palavras de Mondrian, “viver na arte realizada”.

Bibliografia

MONOGRAFIAS:

1. BENEVOLO, Leonardo, *História da Cidade*, Editora Perspectiva, São Paulo, 2007
2. CORBUSIER, Le, *Vers une Architecture*, Flammarion, Paris, 1923
3. ENGEL, Heino, *Sistemas Estruturais*, Gustavo Gili, Barcelona, 2001
4. FERNANDES, António José, *Métodos e regras para elaboração de trabalhos académicos e científicos: curricula vitae, projectos de investigação, relatórios, teses (dissertações) e monografias*. 2ª ed. Porto, Porto Editora, 2002
5. FORTIN, Marie-Fabienne, *O processo de investigação: da concepção à realização*. 2ª ed . Loures, Lusociência, 2000
6. GIEDION, Sigfried, *Space, Time and Architecture*, 5ª ed., Harvard University Press, Cambridge, 1976
7. HOLL, Steven, *Urbanisms, Working eith Doubt*, Princeton Architectural Press, Nova Iorque, 2009
8. JODIDIO, Philip, *Santiago Calatrava, Taschen, Colónia, 2007*
9. KOOLHAAS, Rem., *Mutaciones*, Actar, Barcelona 2000
10. MORAIS, António José, *ABORDAGEM FORMAL DOS SISTEMAS ESTRUTURAIS E ASUA CONEXÃO COM A ARQUITETURA. PROPOSTA DE UM NOVO PROCESSO CONSTRUTIVO*, Tese dout. Lisboa, Univ. Lisboa, Lisboa, 1993
11. LYNCH, Kevin, *A Imagem da Cidade*, Edições 70, Lisboa, 1982.
12. RODIN, Auguste, *Les Cathedrales de France*, Armand Colin, Paris, 1914
13. ROMANO, José, *Edifícios em Altura: Forma, Estrutura e Tecnologia*, Livros Horizonte, Lisboa, 2004
14. ROSSI, Aldo, *A Arquitectura da Cidade*, Edições Cosmos, Lisboa, 1977
15. SULLIVAN, Louis H., *Charlas con un arquitecto*, Ediciones Infinito, Buenos Aires, 1959

PUBLICAÇÕES PERIÓDICAS:

16. *Arquitectura Ibérica – Hotéis*, Caleidoscópio Edição e Artes Gáficas,nº29, Novembro, 2008
17. *Arquitectura Ibérica – Equipamentos*, Caleidoscópio Edição e Artes Gáficas,nº23, Dezembro, 2007
18. *A+U – CCTV by OMA*, Special Issue, Julho, 2005

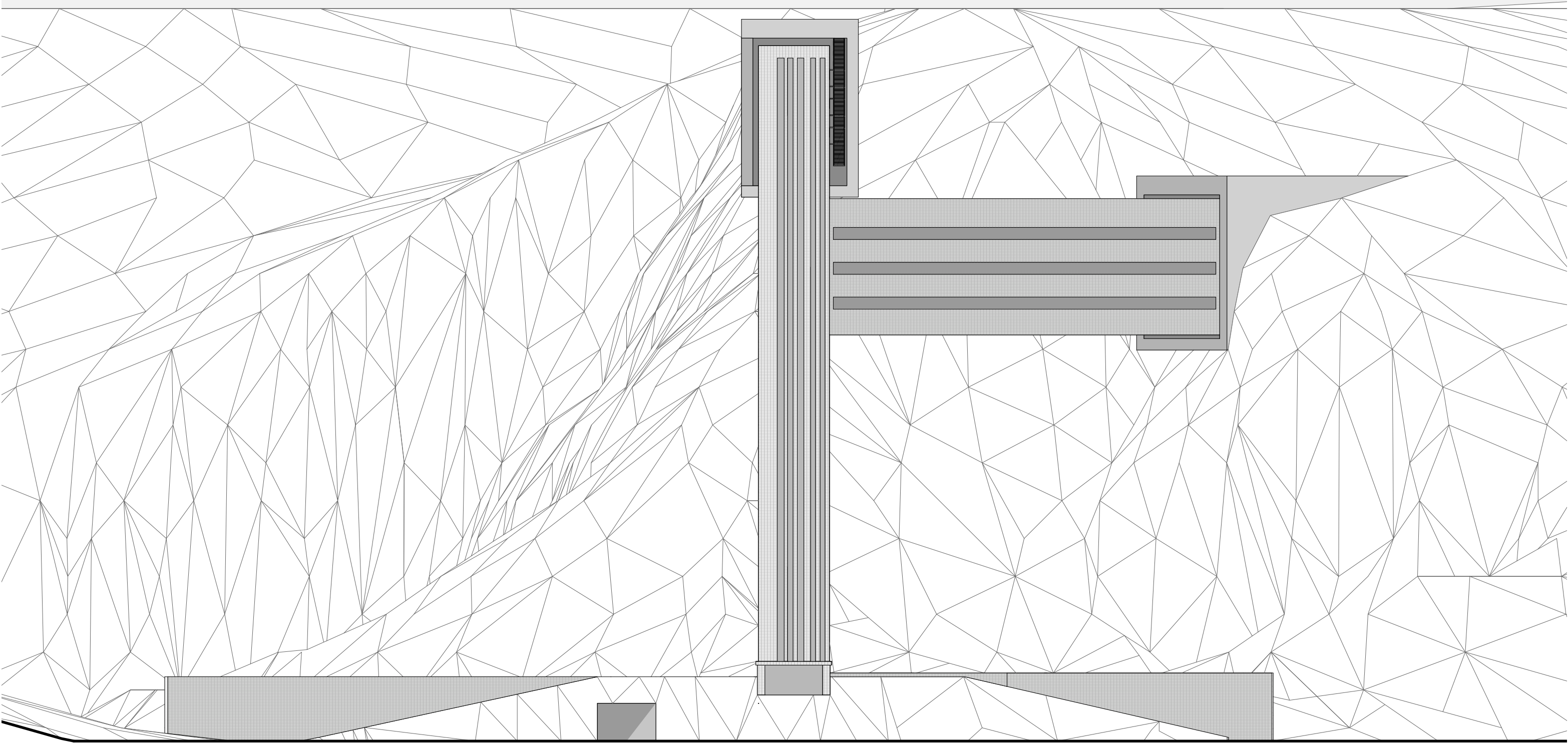
DOCUMENTOS E LEGISLAÇÃO:

19. Estudo da Paisagem de Óbidos, Universidade de Évora, Junho, 2008
20. NP 405 - 1. 1994, *Informação e Documentação - Referências bibliográficas*:
Documentos impressos. IPQ.
21. Plano de Pormenor de Salvaguarda da Vila de Óbidos, Câmara Municipal de
Óbidos, Julho, 2009
22. Regulamento Geral das Edificações Urbanas
23. Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndio em Edifícios
24. Revisão do Plano Diretor Municipal, Câmara Municipal de Óbidos, Maio,
2010

ANEXO I

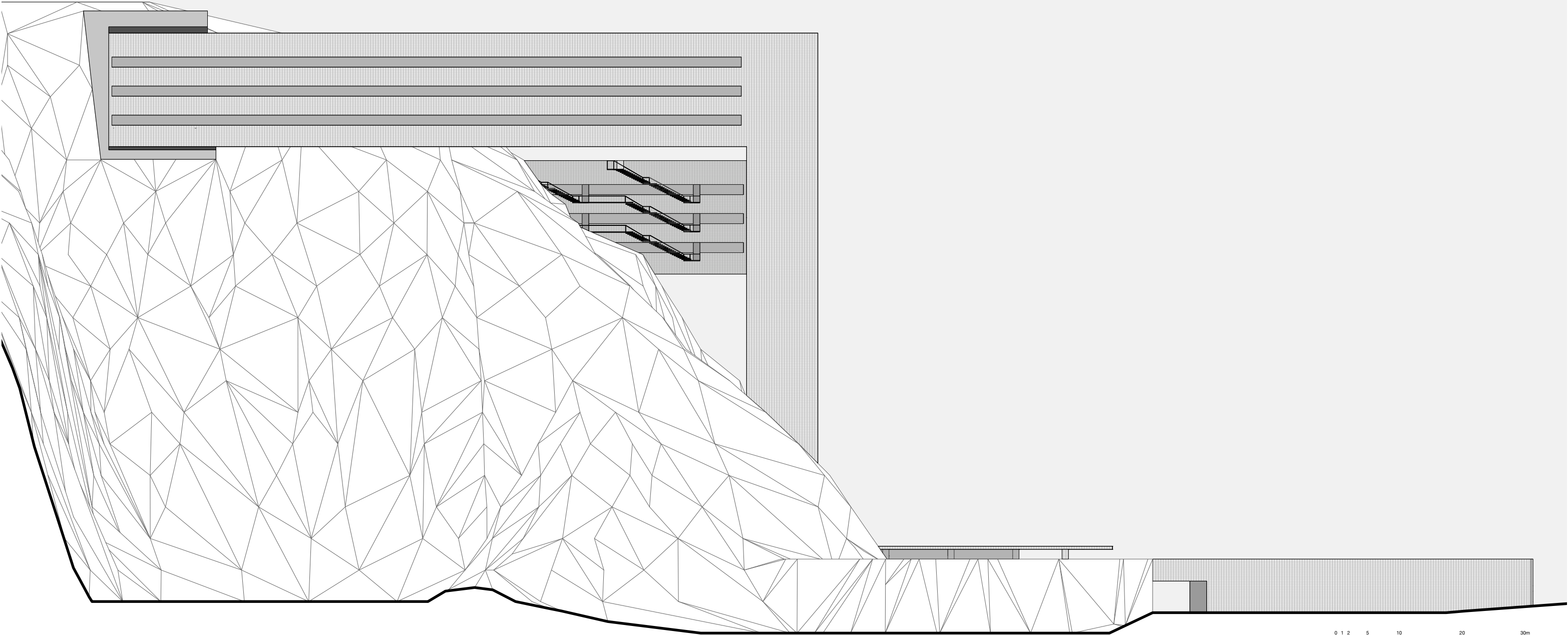
Neste anexo apresentam-se os desenhos técnicos, reduzidos para folhas de tamanho A3, relativos ao edifício desenvolvido no capítulo 5, um hotel de 4 estrelas com capacidade para 220 camas, 110 quartos, situado em Sobral da Lagoa, concelho de Óbidos, que se enumeram em seguida:

1. ALÇADO SUL | ESCALA: 1/200
2. ALÇADO LATERAL NOROESTE | ESCALA 1/200
3. ALÇADO LATERAL SUDOESTE | ESCALA 1/200
4. PLANTA DE IMPLANTAÇÃO | ESCALA: 1/500
5. PLANTA PISO -1 | ESCALA: 1/200
6. PLANTA PISO 0 | ESCALA: 1/200
7. PLANTA DO QUARTO TIPO DO PILAR | ESCALA: 1/200
8. PLANTA DO PISO TÉCNICO | ESCALA: 1/200
9. PLANTA PISO 1 VIGA 2 | ESCALA: 1/200
10. PLANTA PISO 2 VIGA 2 | ESCALA: 1/200
11. PLANTA PISO 3 VIGA 2 | ESCALA: 1/200
12. PLANTA PISO 1 VIGA 1 | ESCALA: 1/200
13. PLANTA PISO 2 VIGA 1 | ESCALA: 1/200
14. PLANTA PISO 3 VIGA 1 | ESCALA: 1/200
15. CORTE AA' | ESCALA: 1/200
16. CORTE BB' | ESCALA: 1/200
17. PLANTA PISO -1 | ESCALA: 1/100
18. PLANTA PISO 0 | ESCALA: 1/100
19. PLANTA TIPO DA VIGA | ESCALA: 1/50
20. CORTE TIPO DA VIGA | ESCALA: 1/50
21. PLANTA TIPO DO PILAR | ESCALA: 1/50
22. CORTE PILAR | ESCALA: 1/50
23. CORTE BB' | ESCALA: 1/50



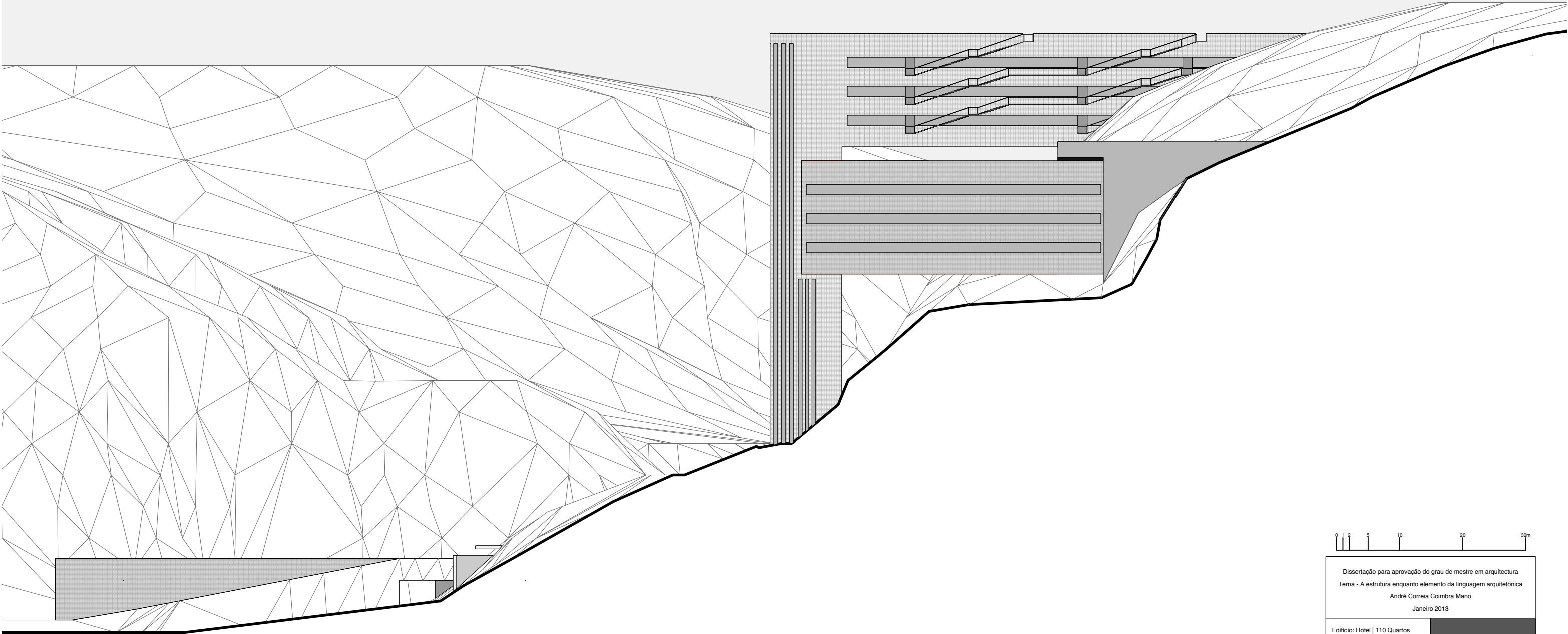
Dissertação para aprovação do grau de mestre em arquitectura
Tema - A estrutura enquanto elemento da linguagem arquitetónica
André Correia Coimbra Mano
Janeiro 2013

Edifício: Hotel | 110 Quartos
Localização: Sobral da Lagoa,
Óbidos
Desenho: Alçado Sul
Escala: 1/200



Dissertação para aprovação do grau de mestre em arquitectura
Tema - A estrutura enquanto elemento da linguagem arquitetónica
André Correia Coimbra Mano
Janeiro 2013

Edifício: Hotel | 110 Quartos
Localização: Sobral da Lagoa,
Óbidos
Desenho: Alçado Lateral Oeste
Escala: 1/200



Dissertação para aprovação do grau de mestre em arquitectura
Tema - A estrutura enquanto elemento da linguagem arquitetónica
André Correia Coimbra Mano
Janeiro 2013

Edifício: Hotel | 110 Quartos
Localização: Sobral da Lagoa,
Óbidos
Desenho: Alçado Lateral Este
Escala: 1/200

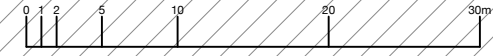
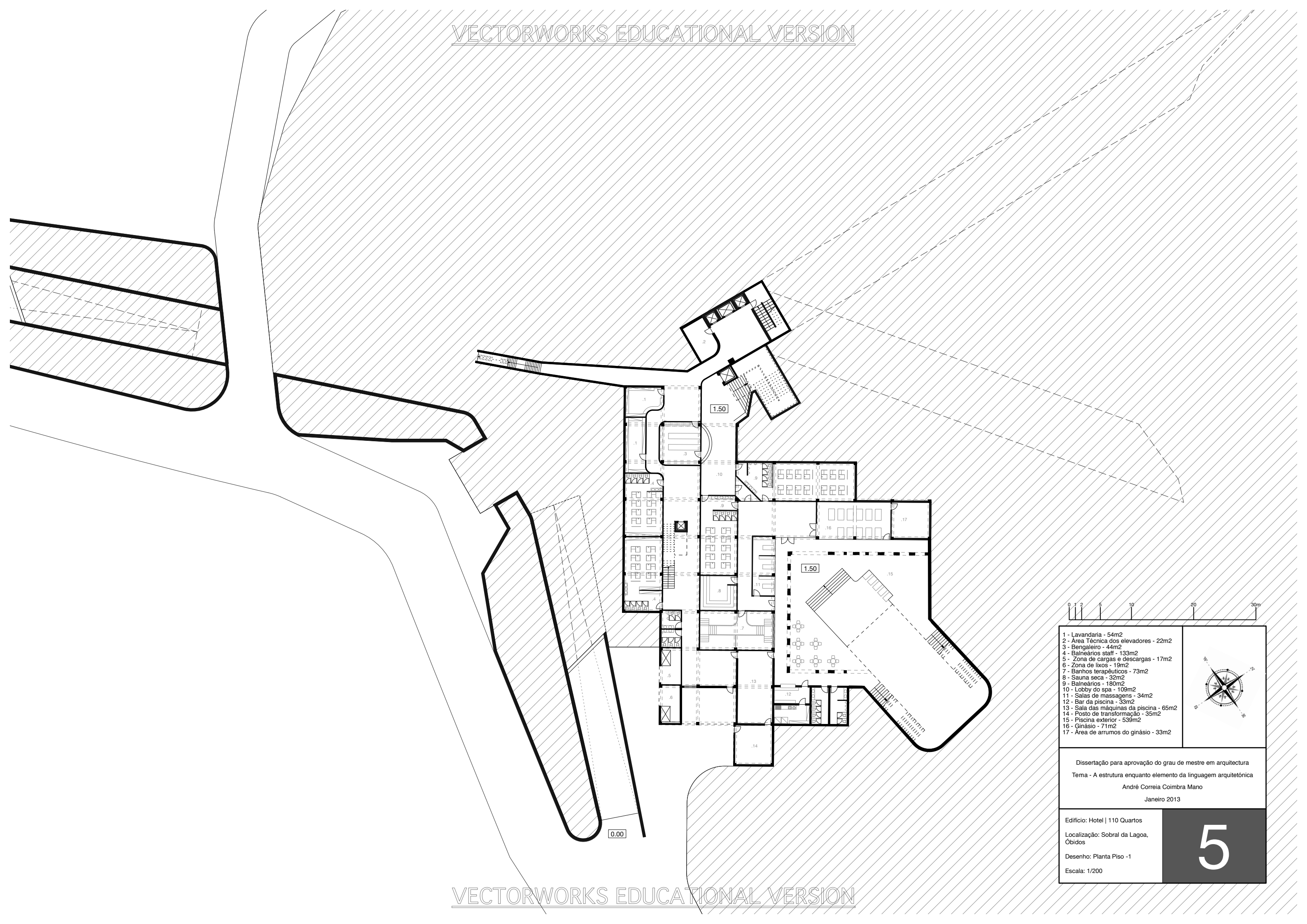
0 12 5 10 20 50m



Dissertação para aprovação do grau de mestre em arquitectura
Tema - A estrutura enquanto elemento da linguagem arquitetónica
André Correia Coimbra Mano
Janeiro 2013

Edifício: Hotel | 110 Quartos
Localização: Sobral da Lagoa,
Óbidos
Desenho: Planta de cobertura
Escala: 1/500

4



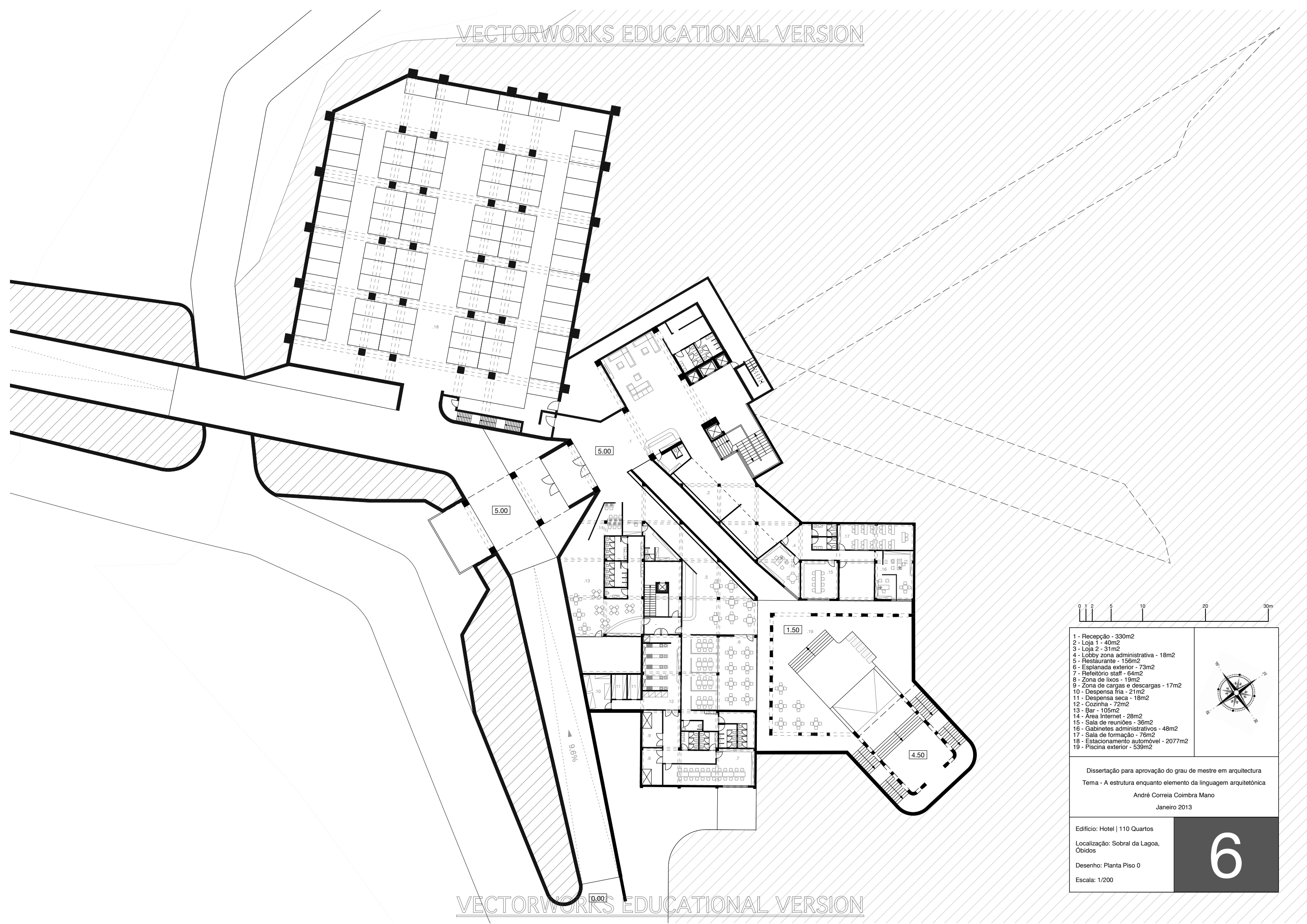
- 1 - Lavandaria - 54m2
- 2 - Área Técnica dos elevadores - 22m2
- 3 - Bengaleiro - 44m2
- 4 - Banheiros staff - 133m2
- 5 - Zona de cargas e descargas - 17m2
- 6 - Zona de lixos - 19m2
- 7 - Banhos terapêuticos - 73m2
- 8 - Sauna seca - 32m2
- 9 - Banheiros - 180m2
- 10 - Lobby do spa - 109m2
- 11 - Salas de massagens - 34m2
- 12 - Bar da piscina - 33m2
- 13 - Sala das máquinas da piscina - 65m2
- 14 - Posto de transformação - 35m2
- 15 - Piscina exterior - 539m2
- 16 - Ginásio - 71m2
- 17 - Área de arrumos do ginásio - 33m2



Dissertação para aprovação do grau de mestre em arquitectura
Tema - A estrutura enquanto elemento da linguagem arquitetónica
André Correia Coimbra Mano
Janeiro 2013

Edifício: Hotel | 110 Quartos
Localização: Sobral da Lagoa, Óbidos
Desenho: Planta Piso -1
Escala: 1/200

5



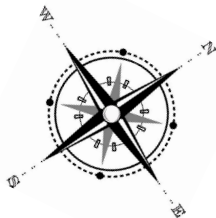
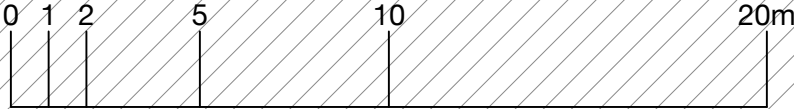
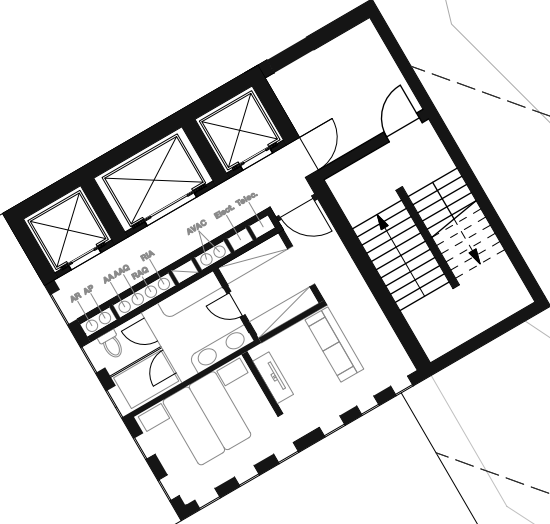
- 1 - Recepção - 330m2
- 2 - Loja 1 - 40m2
- 3 - Loja 2 - 31m2
- 4 - Lobby zona administrativa - 18m2
- 5 - Restaurante - 156m2
- 6 - Esplanada exterior - 73m2
- 7 - Refeitório staff - 64m2
- 8 - Zona de lixos - 19m2
- 9 - Zona de cargas e descargas - 17m2
- 10 - Despensa fria - 21m2
- 11 - Despensa seca - 18m2
- 12 - Cozinha - 72m2
- 13 - Bar - 105m2
- 14 - Área Internet - 28m2
- 15 - Sala de reuniões - 36m2
- 16 - Gabinetes administrativos - 48m2
- 17 - Sala de formação - 76m2
- 18 - Estacionamento automóvel - 2077m2
- 19 - Piscina exterior - 539m2

Dissertação para aprovação do grau de mestre em arquitectura
Tema - A estrutura enquanto elemento da linguagem arquitetónica
André Correia Coimbra Mano
Janeiro 2013

Edifício: Hotel | 110 Quartos
Localização: Sobral da Lagoa, Óbidos
Desenho: Planta Piso 0
Escala: 1/200

6

11.00

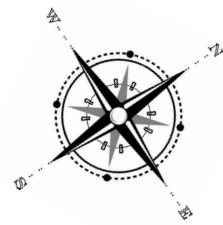
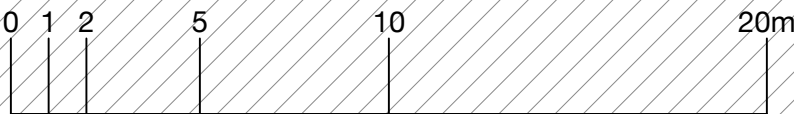
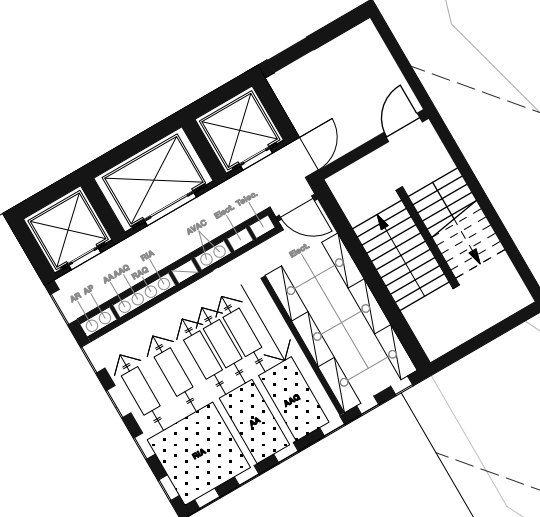


AR - Águas residuais
AP - Águas pluviais
AA - Abastecimento de água
AAQ - Água quente
RAQ - Reciclagem de água quente
RIA - Rede de incêndio armada
AVAC - Ar condicionado
ELECT. - Electricidade
TELEC. - Telecomunicações

Dissertação para aprovação do grau de mestre em arquitectura
Tema - A estrutura enquanto elemento da linguagem arquitetónica
André Correia Coimbra Mano
Janeiro 2013

Edifício: Hotel | 110 Quartos
Localização: Sobral da Lagoa, Óbidos
Desenho: Planta do Piso Tipo do Pilar
Escala: 1/200

7



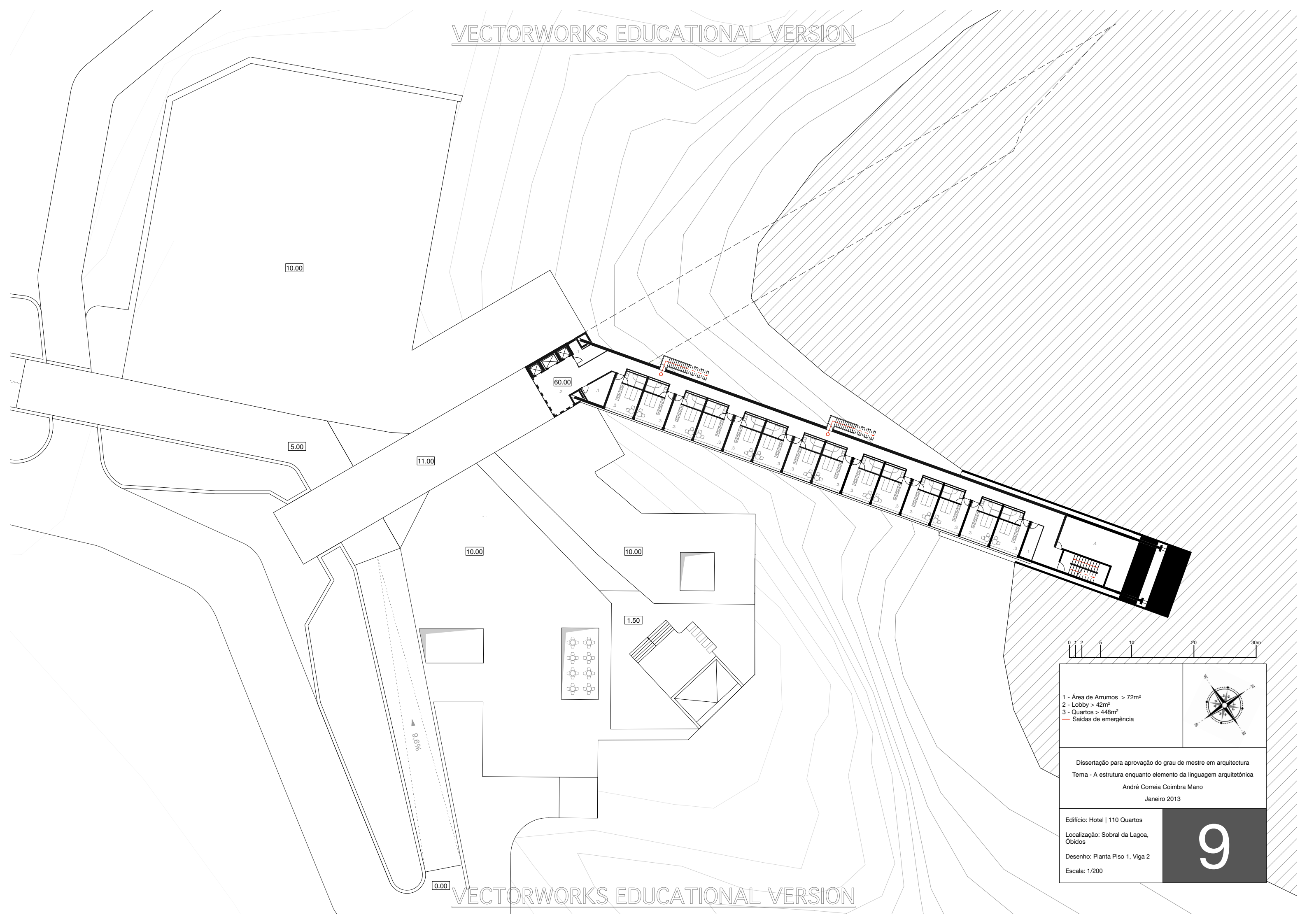
AR - Águas residuais
AP - Águas pluviais
AA - Abastecimento de água
AAQ - Água quente
RAQ - Reciclagem de água quente
RIA - Rede de incêndio armada
AVAC - Ar condicionado
ELECT. - Electricidade
TELEC. - Telecomunicações

Dissertação para aprovação do grau de mestre em arquitectura
Tema - A estrutura enquanto elemento da linguagem arquitetónica
André Correia Coimbra Mano
Janeiro 2013

Edifício: Hotel | 110 Quartos
Localização: Sobral da Lagoa, Óbidos
Desenho: Planta do Piso Técnico
Escala: 1/200

8

11.00



0125102030m

1 - Área de Arrumos > 72m²

2 - Lobby > 42m²

3 - Quartos > 448m²

Saídas de emergência

Dissertação para aprovação do grau de mestre em arquitectura

Tema - A estrutura enquanto elemento da linguagem arquitetónica

André Correia Coimbra Mano

Janeiro 2013

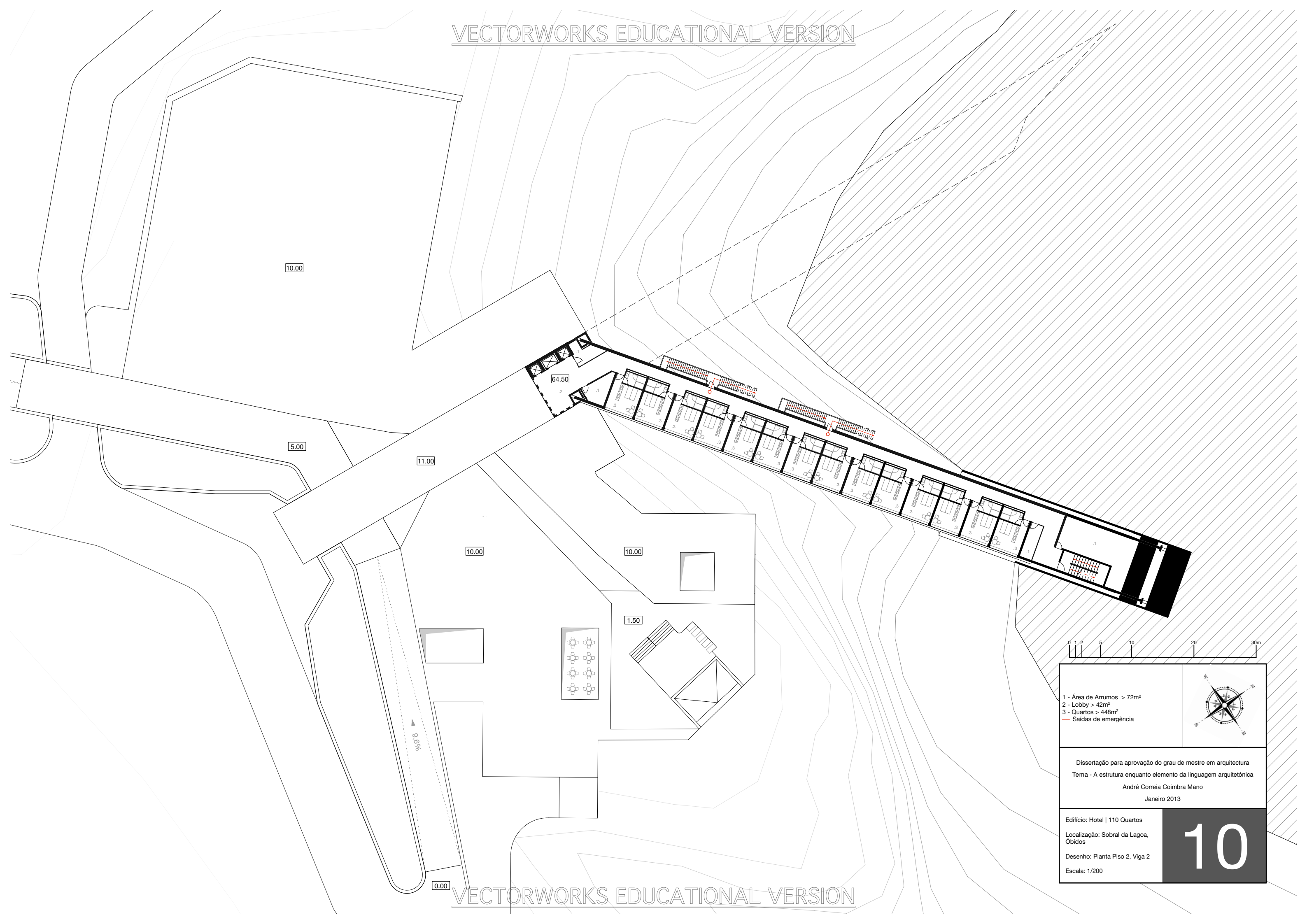
Edifício: Hotel | 110 Quartos

Localização: Sobral da Lagoa, Óbidos

Desenho: Planta Piso 1, Viga 2

Escala: 1/200

9



0125102030m

1 - Área de Arrumos > 72m²

2 - Lobby > 42m²

3 - Quartos > 448m²

Saídas de emergência

Dissertação para aprovação do grau de mestre em arquitectura

Tema - A estrutura enquanto elemento da linguagem arquitetónica

André Correia Coimbra Mano

Janeiro 2013

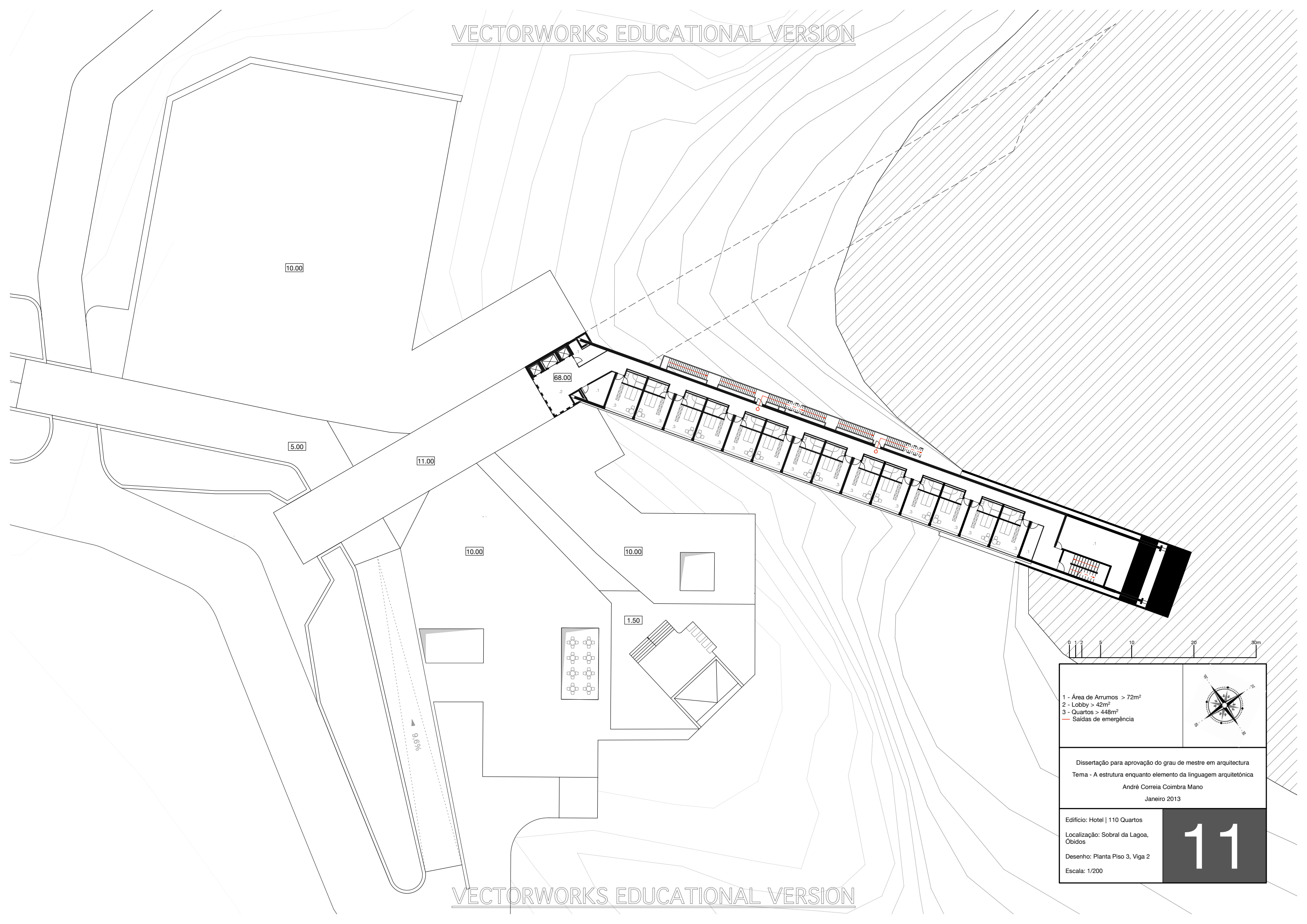
Edifício: Hotel | 110 Quartos

Localização: Sobral da Lagoa, Óbidos

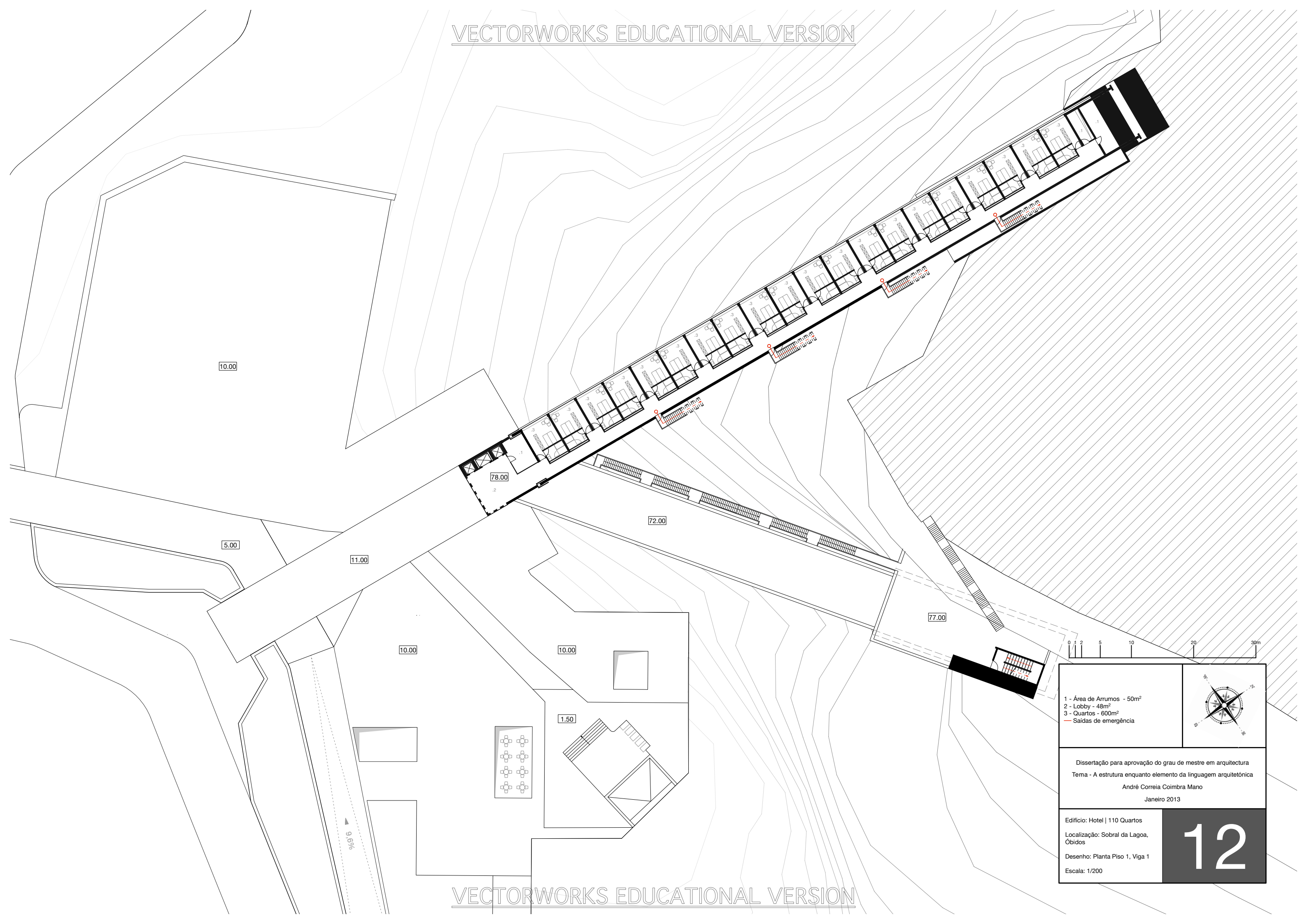
Desenho: Planta Piso 2, Viga 2

Escala: 1/200

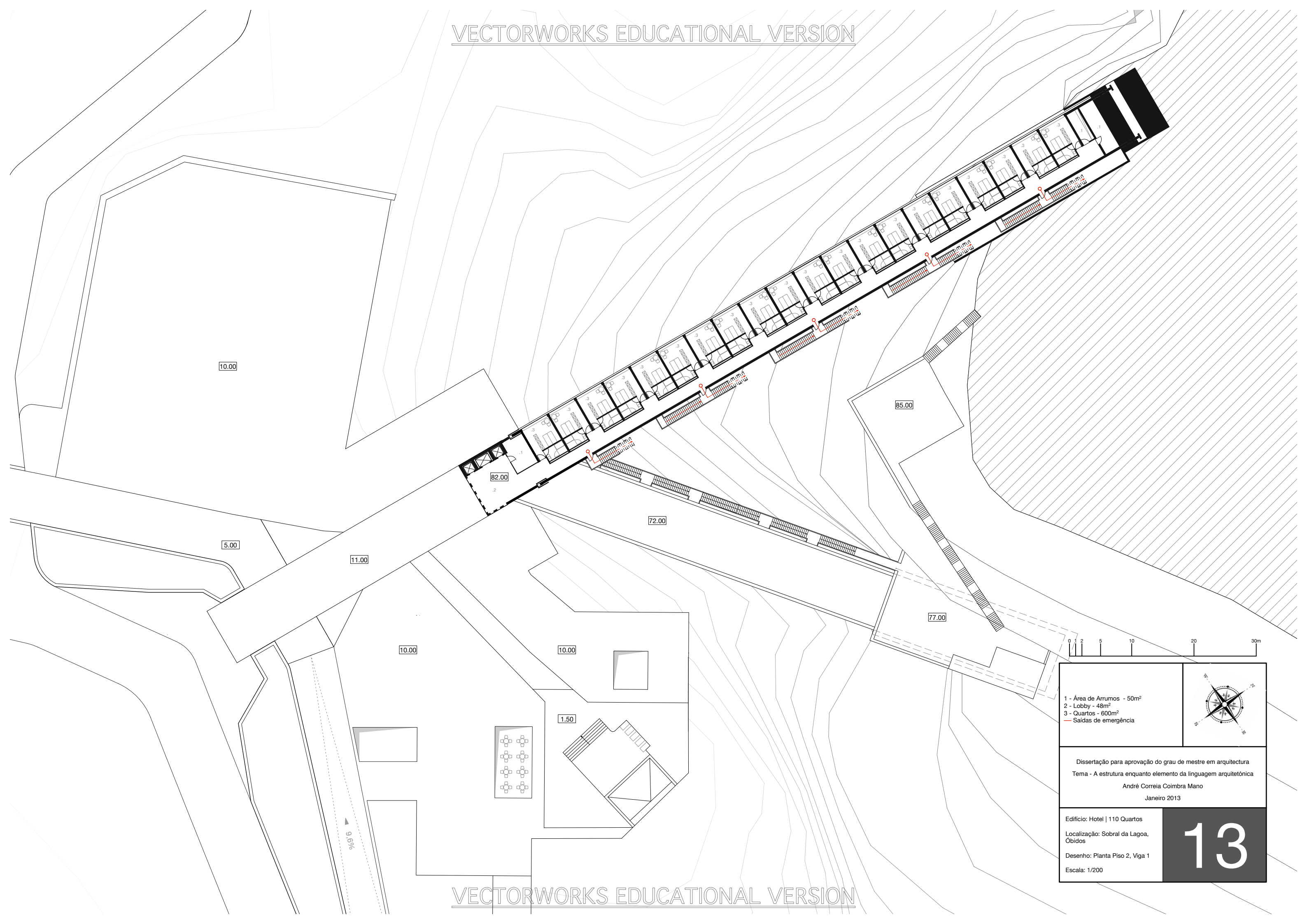
10



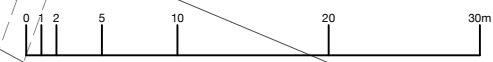
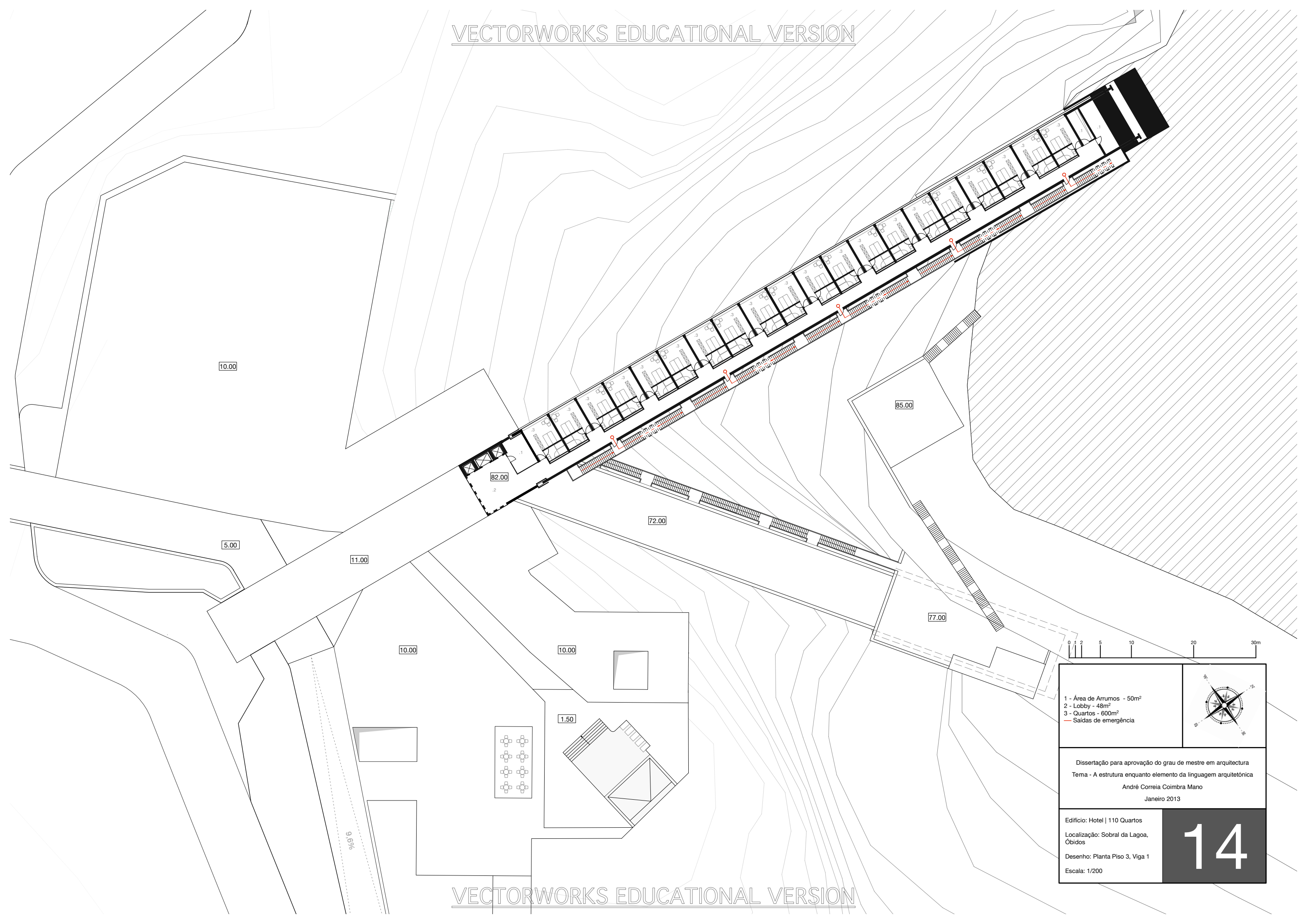
<p>1 - Área de Arrumos > 72m² 2 - Lobby > 42m² 3 - Quartos > 448m² - Sidas de emergência</p>	
<p>Dissertação para aprovação do grau de mestre em arquitectura Tema - A estrutura enquanto elemento da linguagem arquitetónica André Correia Coimbra Mano Janeiro 2013</p>	
<p>Edifício: Hotel 110 Quartos Localização: Sobral da Lagoa, Óbidos Desenho: Planta Piso 3, Viga 2 Escala: 1/200</p>	<p>11</p>



<p>1 - Área de Arrumos - 50m² 2 - Lobby - 48m² 3 - Quartos - 600m² - Saldas de emergência</p>	
<p>Dissertação para aprovação do grau de mestre em arquitectura Tema - A estrutura enquanto elemento da linguagem arquitetónica André Correia Coimbra Mano Janeiro 2013</p>	
<p>Edifício: Hotel 110 Quartos Localização: Sobral da Lagoa, Óbidos Desenho: Planta Piso 1, Viga 1 Escala: 1/200</p>	<p>12</p>



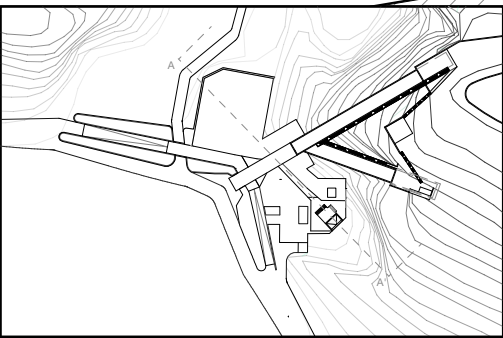
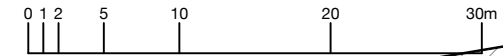
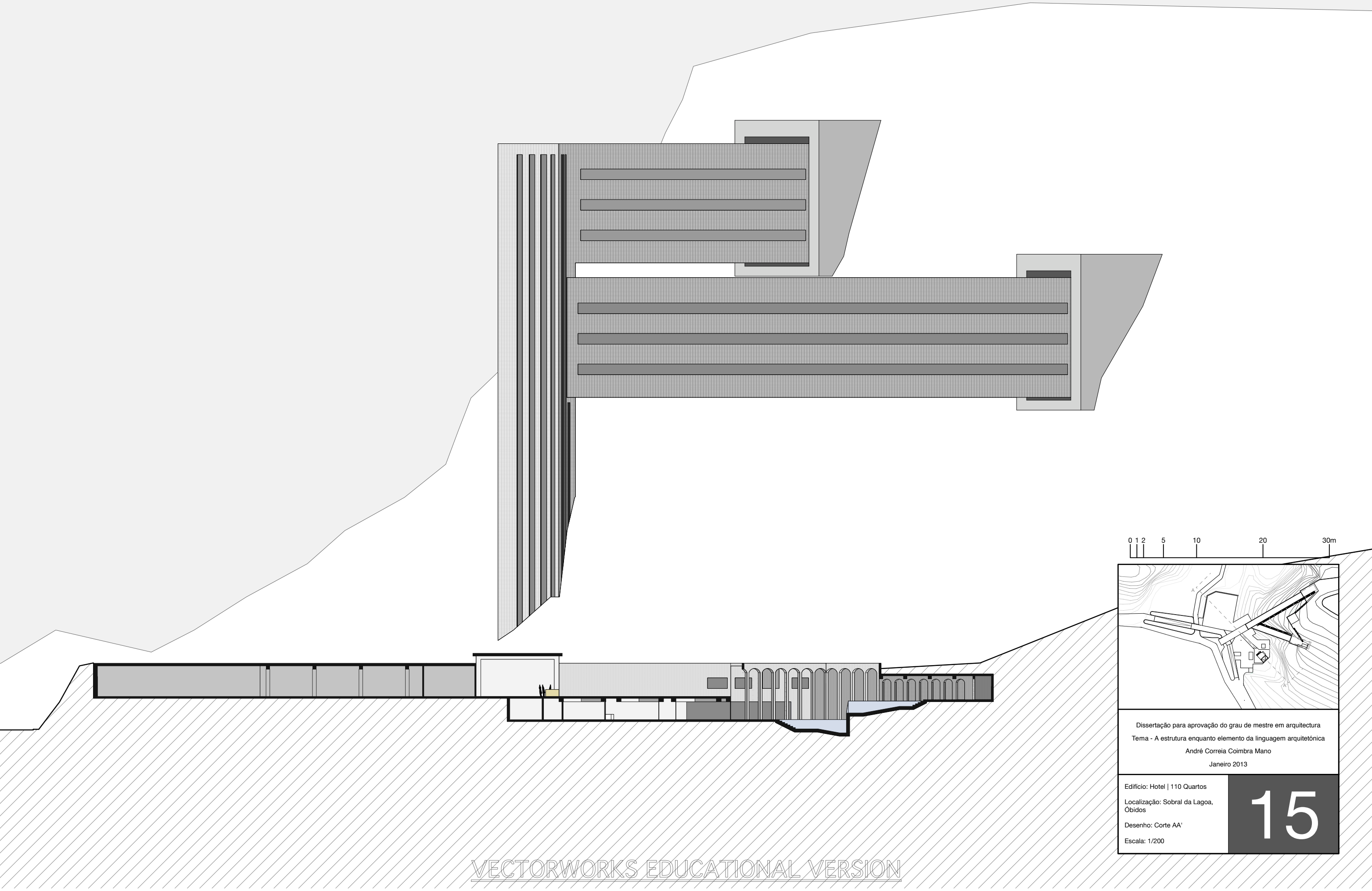
<p>1 - Área de Arrumos - 50m² 2 - Lobby - 48m² 3 - Quartos - 600m² - Saldas de emergência</p>	
<p>Dissertação para aprovação do grau de mestre em arquitectura Tema - A estrutura enquanto elemento da linguagem arquitetónica André Correia Coimbra Mano Janeiro 2013</p>	
<p>Edifício: Hotel 110 Quartos Localização: Sobral da Lagoa, Óbidos Desenho: Planta Piso 2, Viga 1 Escala: 1/200</p>	<p>13</p>



1 - Área de Arrumos - 50m²
2 - Lobby - 48m²
3 - Quartos - 600m²
- Sairas de emergência

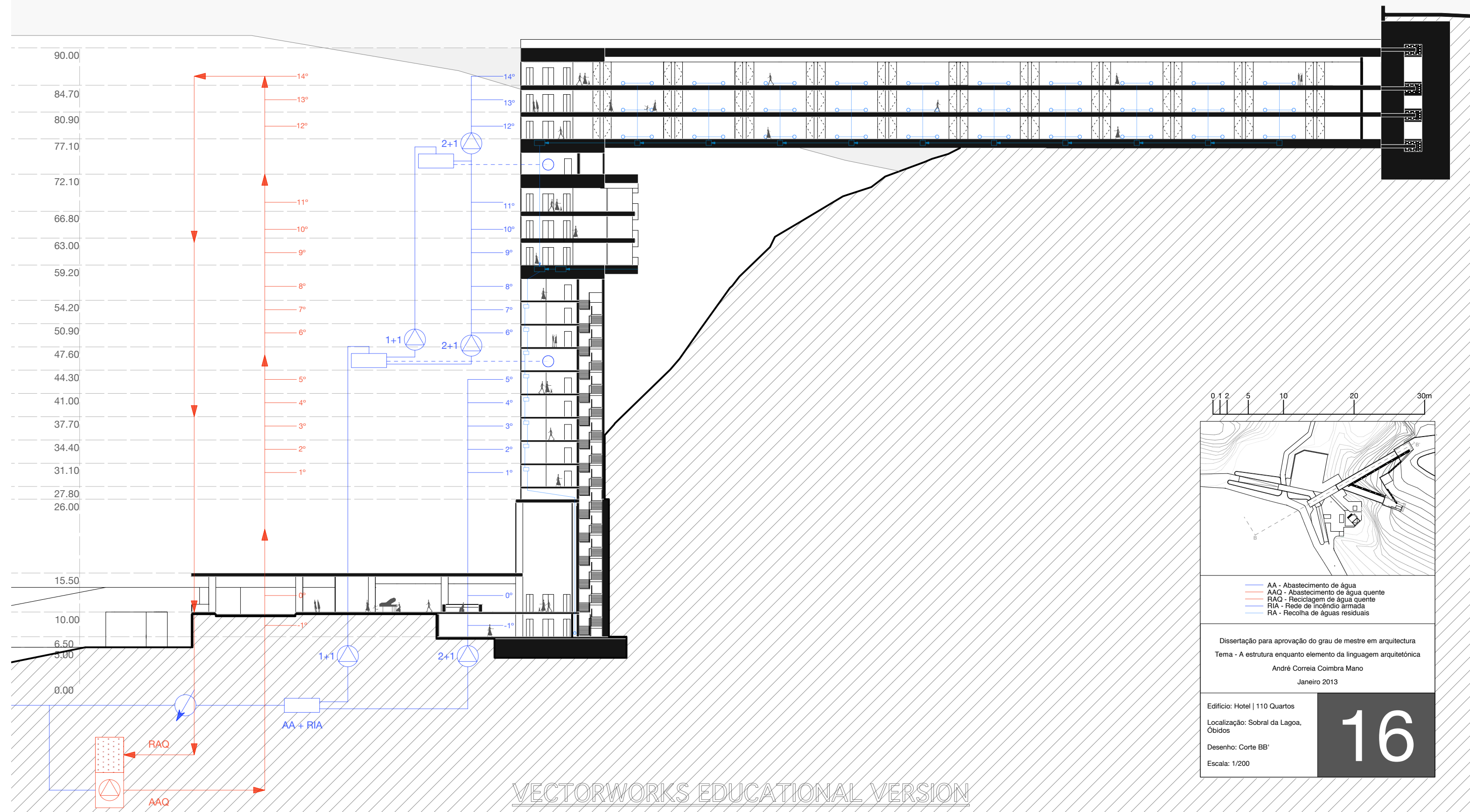
Dissertação para aprovação do grau de mestre em arquitectura
Tema - A estrutura enquanto elemento da linguagem arquitetónica
André Correia Coimbra Mano
Janeiro 2013

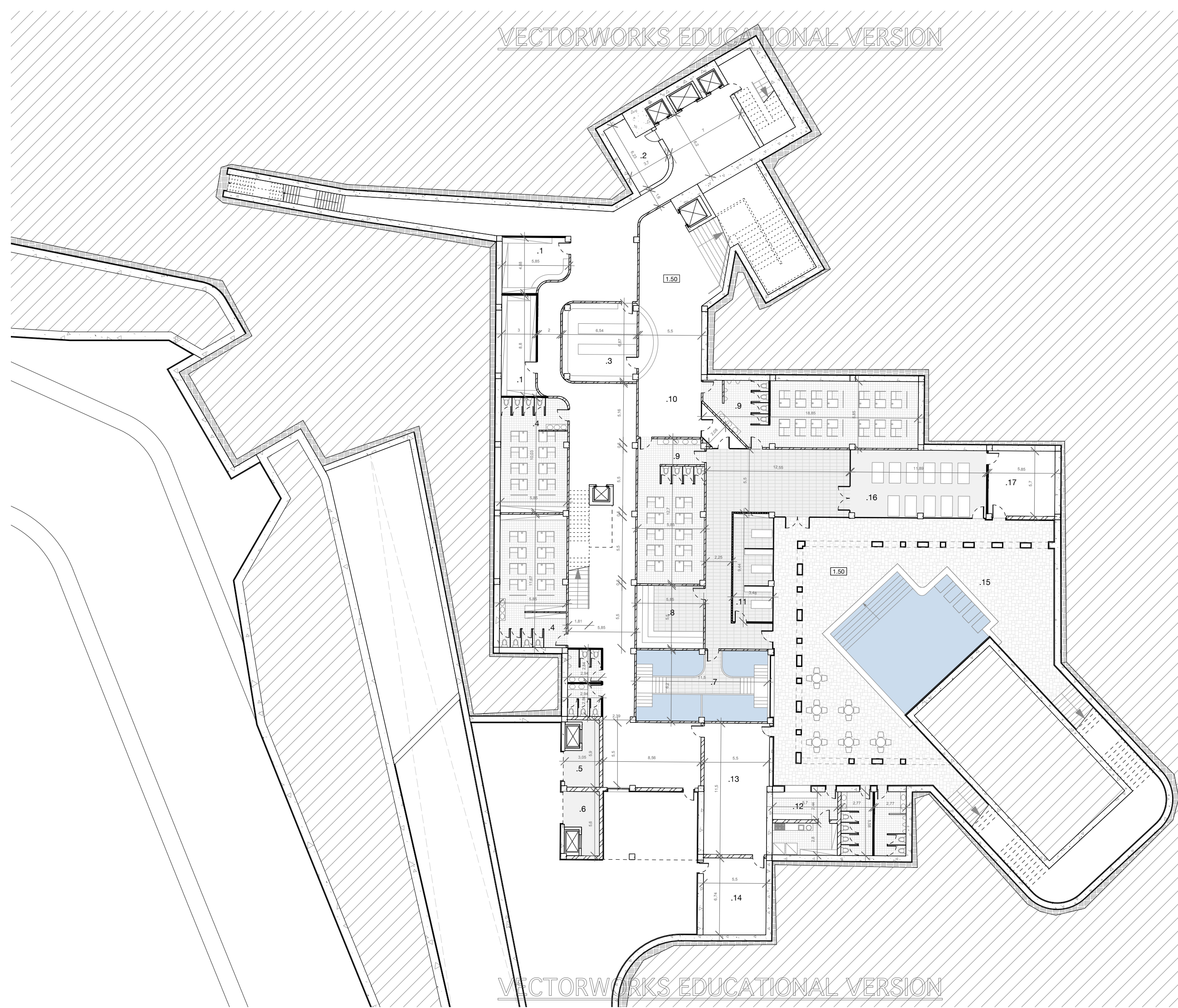
Edifício: Hotel | 110 Quartos
Localização: Sobral da Lagoa,
Óbidos
Desenho: Planta Piso 3, Viga 1
Escala: 1/200



Dissertação para aprovação do grau de mestre em arquitectura
Tema - A estrutura enquanto elemento da linguagem arquitetónica
André Correia Coimbra Mano
Janeiro 2013

Edifício: Hotel | 110 Quartos
Localização: Sobral da Lagoa,
Óbidos
Desenho: Corte AA'
Escala: 1/200





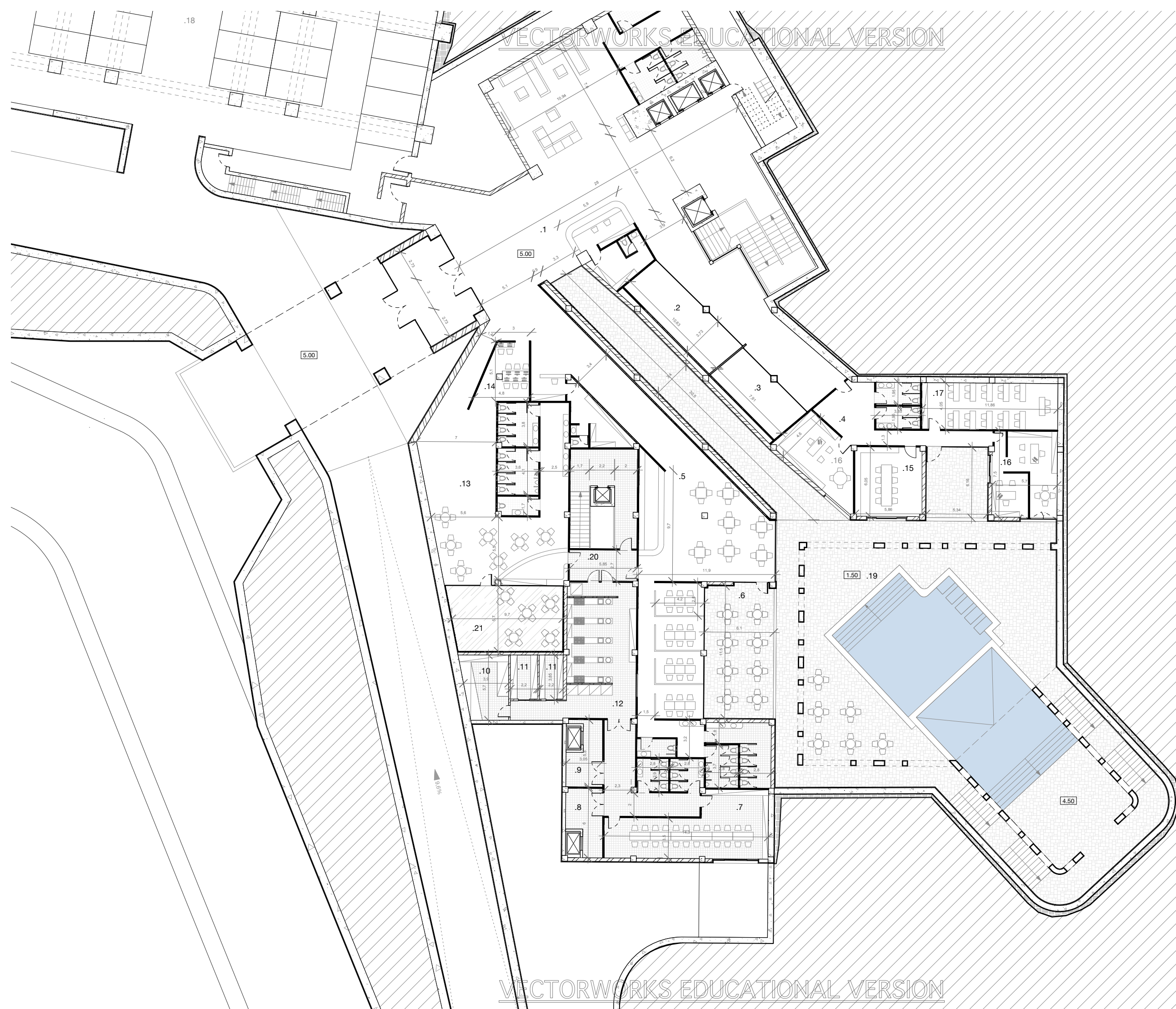
- 1 - Lavandaria - 54m2
- 2 - Área Técnica dos elevadores - 22m2
- 3 - Bengaleiro - 44m2
- 4 - Balneários staff - 133m2
- 5 - Zona de cargas e descargas - 17m2
- 6 - Zona de lixos - 19m2
- 7 - Banhos terapêuticos - 73m2
- 8 - Sauna seca - 32m2
- 9 - Balneários - 180m2
- 10 - Lobby do spa - 109m2
- 11 - Salas de massagens - 34m2
- 12 - Bar da piscina - 33m2
- 13 - Sala das máquinas da piscina - 65m2
- 14 - Posto de transformação - 35m2
- 15 - Piscina exterior - 539m2
- 16 - Ginásio - 71m2
- 17 - Área de arrumos do ginásio - 33m2



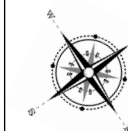
Dissertação para aprovação do grau de mestre em arquitectura
Tema - A estrutura enquanto elemento da linguagem arquitetónica
André Correia Coimbra Mano
Janeiro 2013

Edifício: Hotel | 110 Quartos
Localização: Sobral da Lagoa,
Óbidos
Desenho: Planta Piso - 1
Escala: 1/100

17



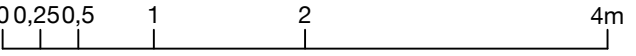
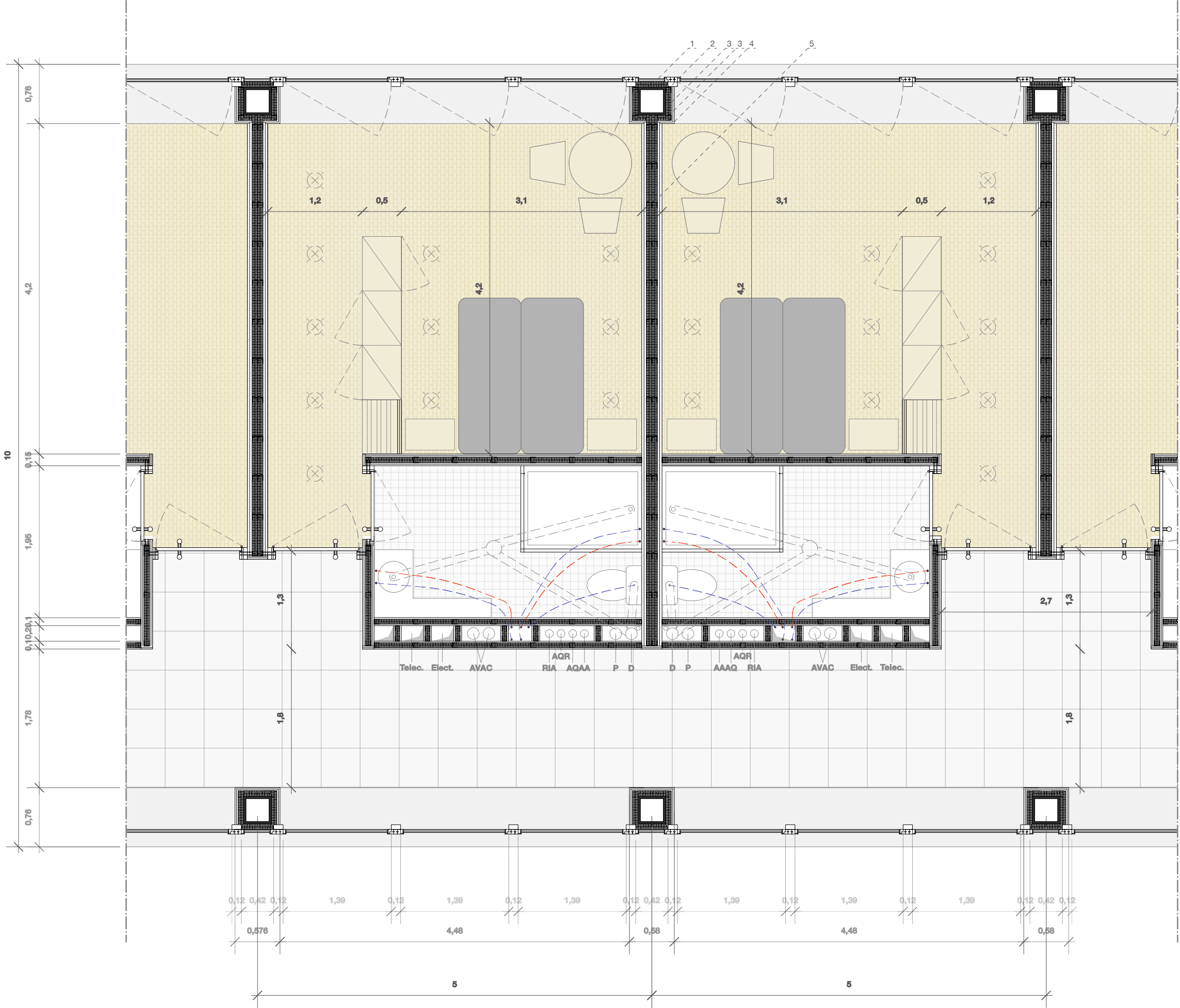
- 1 - Recepção - 330m²
- 2 - Loja 1 - 40m²
- 3 - Loja 2 - 31m²
- 4 - Lobby zona administrativa - 18m²
- 5 - Restaurante - 156m²
- 6 - Esplanada exterior - 73m²
- 7 - Refeitório staff - 64m²
- 8 - Zona de lixos - 19m²
- 9 - Zona de cargas e descargas - 17m²
- 10 - Despensa fria - 21m²
- 11 - Despensa seca - 18m²
- 12 - Cozinha - 72m²
- 13 - Bar - 105m²
- 14 - Área internet - 28m²
- 15 - Sala de reuniões - 36m²
- 16 - Gabinetes administrativos - 48m²
- 17 - Sala de formação - 76m²
- 18 - Estacionamento automóvel - 2077m²
- 19 - Piscina exterior - 539m²
- 20 - Copa - 17m²
- 21 - Esplanada exterior do bar - 55m²



Dissertação para aprovação do grau de mestre em arquitectura
Tema - A estrutura enquanto elemento da linguagem arquitetónica
André Correia Coimbra Mano
Janeiro 2013

Edifício: Hotel | 110 Quartos
Localização: Sobral da Lagoa,
Óbidos
Desenho: Planta Piso 0
Escala: 1/100

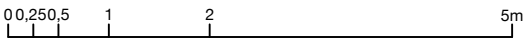
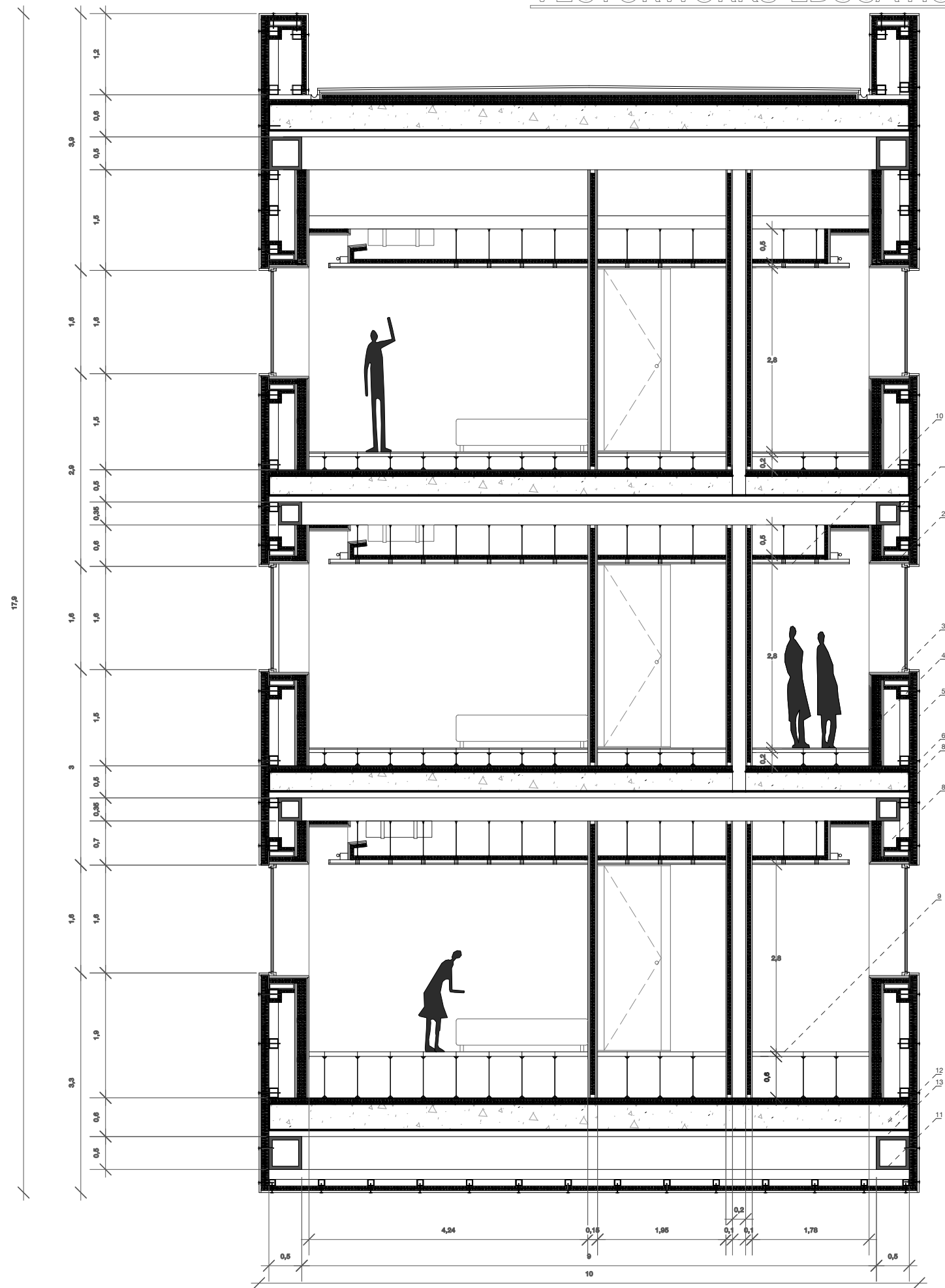
18



- 1 - Perfil em aço RHS 0,35m x 0,35m
 - 2 - Isolamento térmico tipo "wallmate" de 7cm
 - 3 - Gesso cartonado de 3cm
 - 4 - Acabamento com tinta branca
 - 5 - Montante para parede falsa
- AR - Águas residuais
AP - Águas pluviais
AA - Abastecimento de água
AAQ - Abastecimento de água quente
RAQ - Reciclagem de água quente
RIA - Rede de incêndio armada
AVAC - Ar climatizado
ELECT. - Electricidade
TELEC. - Telecomunicações

Dissertação para aprovação do grau de mestre em arquitectura
Tema - A estrutura enquanto elemento da linguagem arquitetónica
André Correia Coimbra Mano
Janeiro 2013

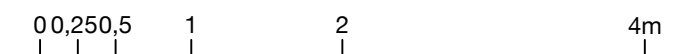
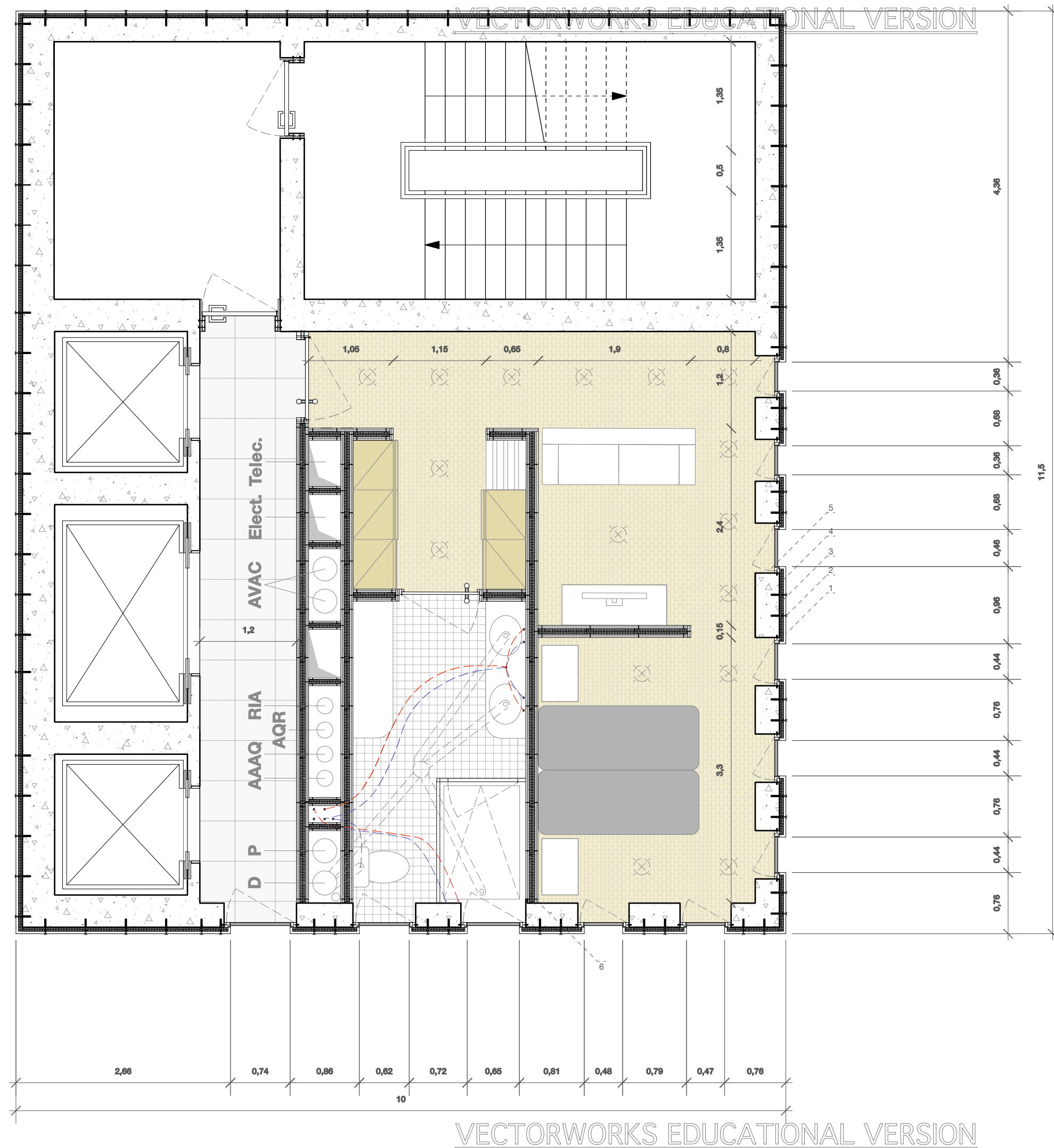
Edifício: Hotel | 110 Quartos
Localização: Sobral da Lagoa, Óbidos
Desenho: Planta tipo da viga
Escala: 1/50



- 1 - Perfil em aço RHS 0,35m x 0,35m
- 2 - Isolamento térmico tipo "wallmate" de 7cm
- 3 - Gesso cartonado de 3cm
- 4 - Acabamento com tinta branca
- 5 - Fachada revestida a painéis de pedra calcária cinzenta bujardada, com 3cm de espessura
- 6 - Grampos de fixação dos painéis de pedra da fachada
- 7 - Perfil de fixação da fachada à estrutura
- 8 - Pilar em aço RHS 0,35m x 0,35m
- 9 - Chão falso com acabamento em madeira
- 10 - Tecto falso em gesso cartonado
- 11 - Perfil em aço RHS 0,5 x 0,5m
- 12 - Laje colaborante em betão com 0,4m de espessura
- 13 - Vigas de fixação da laje colaborante
- 14 - Laje colaborante em betão com 0,3m de espessura

Dissertação para aprovação do grau de mestre em arquitectura
Tema - A estrutura enquanto elemento da linguagem arquitetónica
André Correia Coimbra Mano
Janeiro 2013

Edifício: Hotel | 110 Quartos
Localização: Sobral da Lagoa, Óbidos
Desenho: Corte tipo da viga
Escala: 1/50



- 1 - Fachada revestida a painéis de pedra calcária cinzenta bujardada, com 3cm de espessura
- 2 - Grampos de fixação dos painéis de pedra da fachada
- 3 - Isolamento térmico tipo "wallmate" de 7cm
- 4 - Paredes estruturais em betão
- 5 - Acabamento com reboco e tinta branca
- 6 - Parede falsa tipo "pladur"

AR - Águas residuais
AP - Águas pluviais
AA - Abastecimento de água
AAQ - Abastecimento de água quente
RAQ - Reciclagem de água quente
RIA - Rede de incêndio armada
AVAC - Ar climatizado
ELECT. - Electricidade
TELEC. - Telecomunicações

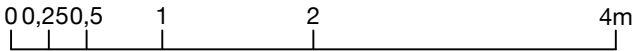
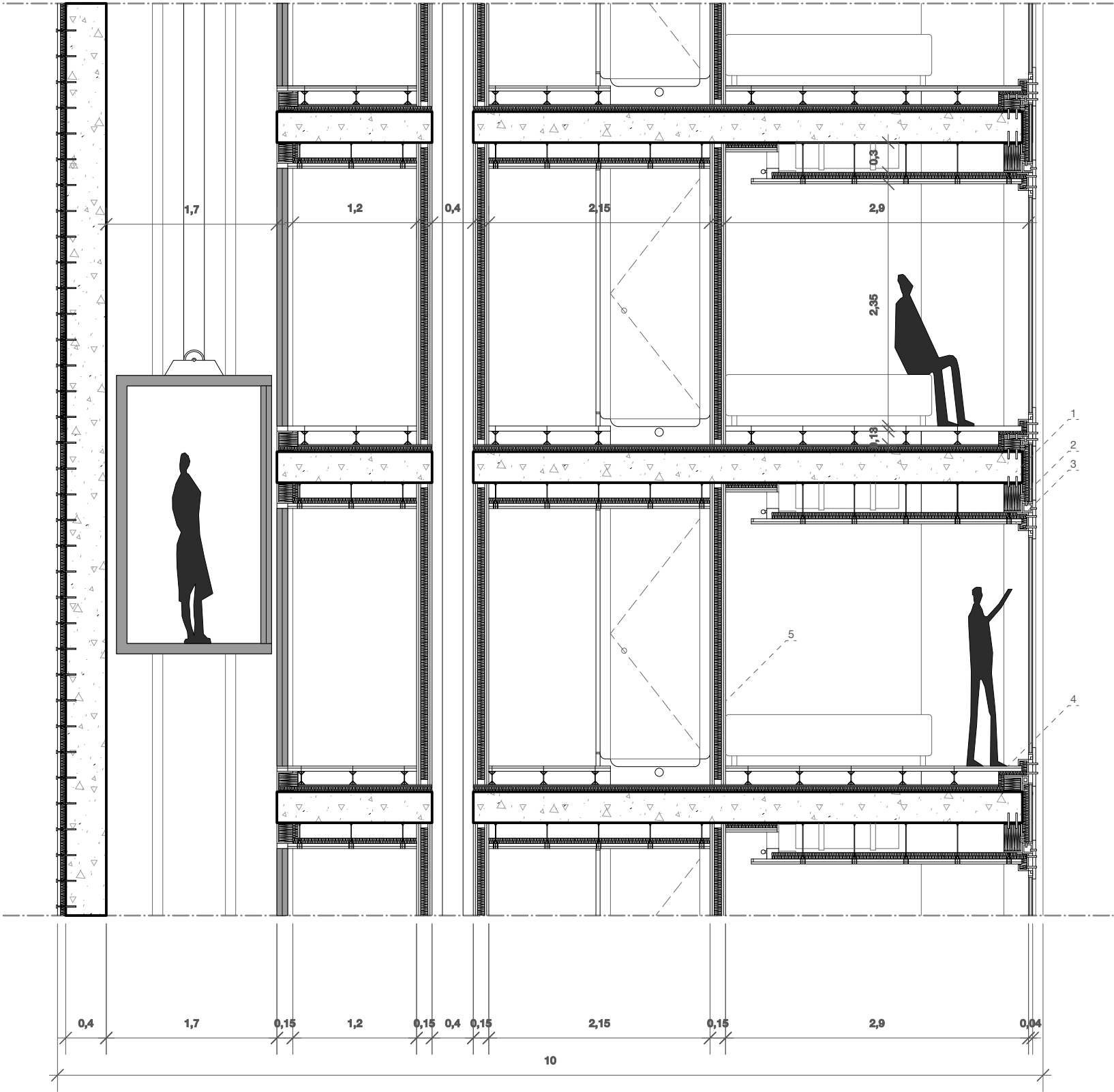
Dissertação para aprovação do grau de mestre em arquitectura
Tema - A estrutura enquanto elemento da linguagem arquitetónica
André Correia Coimbra Mano
Janeiro 2013

Edifício: Hotel | 110 Quartos

Localização: Sobral da Lagoa,
Óbidos

Desenho: Planta tipo do pilar

Escala: 1/50



<p>1 - Laje em betão com 0,3m de espessura 2 - Isolamento térmico tipo "wallmate" de 7cm 3 - Tecto falso revestido com gesso cartonado 4 - Chão falso revestido a madeira 5 - Parede falsa tipo "pladur"</p>	
<p>Dissertação para aprovação do grau de mestre em arquitectura Tema - A estrutura enquanto elemento da linguagem arquitetónica André Correia Coimbra Mano Janeiro 2013</p>	
<p>Edifício: Hotel 110 Quartos Localização: Sobral da Lagoa, Óbidos Desenho: Corte do pilar Escala: 1/50</p>	<p>22</p>

